



Universidade de Lisboa  
Faculdade de Motricidade Humana



## **Caracterização Fisiológica de Atletas Portugueses de Hóquei em Patins de Alto Rendimento**

Dissertação elaborada com vista à obtenção do Grau de Mestre em Treino em Alto  
Rendimento

Orientador: Professor Doutor Paulo Manuel Espadinha Pinheiro da Rocha

Co-Orientador: Professor Doutor Pedro Victor Mil-Homens Ferreira Santos

Júri:

Presidente:

Professor Doutor Pedro Victor Mil-Homens Ferreira Santos

Vogais:

Professor Doutor Paulo Manuel Espadinha Pinheiro da Rocha

Professor Doutor Fernando Manuel da Cruz Duarte Pereira

Maria Margarida Duarte Pinheiro

2013

## Agradecimentos

---

Em primeiro lugar gostaria de dedicar esta tese à memória do meu tio João, que certamente diria que iríamos festejar no Ouriço, mas “até muito tarde não ...”

*The desk where you sit inside of a frame made of wood*

*I keep those chopsticks you had from when you taught abroad in Japan*

*I love it all so much*

*I call*

*I want you back*

*I did not know you as well as my father knew you*

*Every question you took the time to sit and look it up in the encyclopedia*

*I love it all so much*

*I call*

*I want you back*

*It sounds like we would of had a great deal to say to each other I bet when*

*I leave my body for the sky the wait will be worth it*

Local Natives – Airplane

Em segundo, à memória do professor António Jourdan, com quem tive o privilégio de trabalhar e com quem aprendi muito sobre o modo de estar no alto rendimento, alguém que mostrou que a excelência, a humildade e a generosidade podem estar combinadas numa só pessoa.

Ao professor Paulo Rocha que me deu a oportunidade de trabalhar numa área que eu viria a descobrir que era a minha vocação e por isso estou eternamente agradecida; foi um excelente professor, um excelente chefe e um amigo quando mais precisei.

Ao professor Pedro Mil-Homens, que mostrou sempre disponibilidade e compreensão nos mais diversos assuntos académicos.

Às pessoas com quem partilhei o espaço de trabalho e aprendi, Elvis Carnero e Vasco Dias e àqueles com quem gostaria de ter partilhado o espaço de trabalho, nomeadamente o Rodrigo Martins e o Nuno Laurentino.

Aos meus amigos, sejam eles:

- Os eternos PasMMoS (Sofia, Pedro e Marta)
- Os meus colegas de praia e banhos na Ericeira, onde o mar é mais azul (Inês, Pedro, Zé, Luísa e João)
- Os meus colegas de treino de Luta, mestre incluído (Martinho, António, Ricardo, Francisco, Tiago, Paulo Jorge e Carolina);
- O meu colega de mestrado, Micael;
- Ou a minha mega “equipa” de corrida (Raquel, Tiago e André).

Sem vocês teria sido mais difícil.

Inês Califórnia Quintas, vemo-nos no coliseu e mais não digo.

À Federação de Patinagem de Portugal, mas em especial ao Luís Duarte, que me acompanha desde os tempos em que eu me tornei fisioterapeuta.

Aos meus tios e primos, sejam eles de sangue ou não.

Aos meus gatos e cão, mais uma vez foram uma companhia constante e ninguém comeu folhas ou fios.

Aos meus pais, ao meu irmão que foram um apoio ao longo deste trabalho, que me apoiaram e pressionaram para que eu completasse o meu mestrado, encerrando esta fase da minha vida, preparando-me para uma outra.

E obrigada tese, gosto muito de ti mas espero que sejas a última.

## Índice

Abstract.....	8
Resumo .....	9
1. Introdução .....	10
1.1. Hóquei em Patins .....	10
1.2. Potência Aeróbia .....	12
1.3. Composição corporal .....	15
1.4. Força Isométrica .....	17
2. Metodologia.....	21
2.1. Caracterização da amostra .....	21
2.2. Protocolo de avaliação .....	21
– 2.2.1. Composição Corporal e Antropometria .....	21
– 2.2.2 Potência aeróbia .....	23
– Potência anaeróbia – <i>Sprints</i> .....	23
– 2.2.3 Força Isométrica .....	24
– 2.2.4 Flexibilidade .....	26
2.3 Análise Estatística.....	27
3. Resultados.....	28
4. Discussão .....	37
5. Conclusão .....	46
Bibliografia.....	49

## Índice de Figuras

---

Figura 1 – Representação dos percursos do teste de potência anaeróbia .....	24
Figura 2 – Perfil de distribuição da acumulação de MG em cada escalão etário .....	29

## Índice de Tabelas

---

Tabela 1 – Valores médios da estatura, peso, massa corporal total e IMC. ....	28
Tabela 2 - Valores médios das pregas adiposas avaliadas e diferenças entre os 3 escalões competitivos. ....	29
Tabela 3 - Valores médios dos perímetros corporais e diferenças entre os 3 escalões etários. ....	30
Tabela 4 – Valores médios dos compartimentos de composição corporal estimados a partir da determinação da % MG (Evans e col., 2005).....	30
Tabela 5 - Valores médios dos marcadores de composição corporal avaliados por bioimpedância.....	31
Tabela 6 – Número de percursos realizados e tempo de prova no vaivém nos 3 escalões. ....	32
Tabela 7 - Valores médios de FC e acumulação de lactato após a realização dos sprints e diferenças entre os 3 escalões.....	32
Tabela 8 – Correlações mais relevantes entre o número de percursos realizados no vaivém e os marcadores de composição corporal estudados nos atletas juvenis. ....	33
Tabela 9 - Correlações mais relevantes entre o número de percursos realizados no vaivém e os marcadores de composição corporal estudados nos atletas juniores. ....	34
Tabela 10 - Correlações mais relevantes entre o número de percursos realizados no vaivém e os marcadores de composição corporal estudados nos atletas seniores.....	34
Tabela 11 - Valores médios de força máxima, tempo para a força máxima e taxa de produção de força no peso morto sem patins .....	35

Tabela 12 - Valores médios de força máxima, tempo para a força máxima e taxa de produção de força no peso morto realizado com patins ..... 35

Tabela 13 - Valores médios de força de preensão e preensão digital e diferenças entre os 3 escalões ..... 36

Tabela 14 - Valores médios dos testes de flexibilidade de membros superiores e inferiores e diferença entre os 3 escalões ..... 36

## **Lista de Abreviaturas**

---

**VO<sub>2</sub>** – Consumo de Oxigénio

**FC** – Frequência Cardíaca

**IMC** – Índice de Massa Corporal

**MC** – Massa Corporal

**MG** – Massa Gorda

**%MG** – Percentagem Massa Gorda

**MIG** – Massa Isenta de Gordura

**%MIG** – Percentagem de Massa Isenta de Gordura

**MM** – Massa Muscular

**%MM** – Percentagem de Massa Muscular

**MCC** – Massa Celular Corporal

**TMB** – Taxa Metabólica Basal

**F<sub>máx</sub>** – Força Máxima

**TPF** – Taxa de Produção de Força

## Abstract

---

Few studies have analyzed body composition and physiological markers of male Portuguese high performance roller hockey athletes. **Objective:** To describe body composition and physiological markers of national team male roller hockey athletes of the three age groups and to study the differences between them. **Methods:** We analyzed in 63 male athletes body composition, aerobic power (shuttle-run), anaerobic power (sprints), isometric strength (handgrip, digital grip and dead lift) and flexibility ("modified sit and reach" and "back scratcher"). **Results:** Percentage of fat mass (%FM) found was 12,5% (juveniles) 13,2% (juniors) and 11,4% (seniors). About 127,8, 127,0 and 123,3 shuttles, respectively, were observed. Maximal strength measured in dead lift was 1406,4N, 1711,4N, and 1878,4N, respectively. Juveniles have differed from juniors in subscapular skinfold, waist and arm with flexion circumference, fat free mass, and handgrip. From seniors, juveniles differed in suprailiac skinfold, all circumferences measured, fat free mass, dead lift and digital grip. Juniors and seniors revealed differences in bicipital and anterior suprailiac skinfold, fat free mass, hand and digital grip, and in sit and reach. **Conclusions:** All age groups studied presented similar %FM values and shuttle runs performed. Maximal strength in dead lift differed only between juveniles and juniors.

**Keywords:** Body Composition, Anthropometry, Bioimpedance, Pacer Test, Sprints, Isometric Strength, Dead Lift, Handgrip, Digital grip, Sit and Reach, Roller hockey.



## Resumo

---

Poucos estudos analisaram a composição corporal e as qualidades biomotoras de atletas de alto rendimento masculinos portugueses de hóquei em patins. **Objetivo:** Descrever marcadores de composição corporal e fisiológicos de atletas de hóquei em patins da seleção nacional de juvenis, juniores e seniores, analisando as diferenças entre escalões. **Metodologia:** Foram analisados 63 atletas pertencentes aos escalões referidos. Avaliou-se a composição corporal, potência aeróbia (teste de vaivém), potência anaeróbia (teste de sprints), força isométrica (teste de preensão manual, digital e peso morto) e flexibilidade (teste de “senta e alcança modificado” e teste “alcança atrás das costas”). **Resultados:** Registou-se uma percentagem de massa gorda de 12,5% (juvenis), 13,2% (juniores) e 11,4% (seniores). No teste de vaivém registaram-se 127,8, 127,0 e 123,3 percursos, respetivamente. A força máxima ( $F_{m\acute{a}x}$ ) no peso morto sem patins foi de 1406,4N, 1711,4N e 1878,4N, respetivamente. Juvenis e juniores diferiram na prega subescapular, perímetros da cintura e braquial com flexão, massa isenta de gordura (MIG) e preensão manual. Juvenis e seniores diferiram na prega supriliaca média, em todos os perímetros, na MIG, peso morto sem patins e preensão digital. Juniores e seniores diferiram nas pregas bicipital, supriliaca anterior e MIG, na preensão manual e digital e no teste “senta e alcança”. **Conclusões:** Todos os escalões apresentarem valores similares de %MG e de percursos realizados no teste de vaivém. A  $F_{m\acute{a}x}$  no peso morto diferiu apenas entre juvenis e juniores.

**Palavras-chave:** Composição Corporal, Antropometria, Bioimpedância, Teste de vaivém, Sprints, Força Isométrica, Peso Morto, Preensão Manual, Preensão Digital, Senta e Alcança, Hóquei em Patins.

## 1. Introdução

---

De uma maneira geral, o desporto apresenta um conjunto de fatores condicionantes de natureza diversa, tais como os fatores biológicos, psicológicos, biomecânicos, técnicos e táticos. Apesar deste leque variado, o presente trabalho apenas incidirá sobre os fatores de natureza biológica e mais concretamente no que diz respeito à área da composição corporal e da fisiologia do exercício.

O rendimento desportivo de um atleta é multidimensional; para além da dimensão fisiológica, a nutrição, os fatores psicológicos individuais e a coesão da equipa, são, entre outros, determinantes para o sucesso desportivo. A predição do rendimento em desportos coletivos apresenta um grau de dificuldade superior aos desportos individuais, visto ser necessária a integração das características fisiológicas na dimensão técnica e tática coletiva. Neste contexto, torna-se importante poder desenvolver métodos de avaliação das várias componentes que influenciam o rendimento desportivo de forma a analisar as mesmas e dessa forma, melhorar o processo de treino. A avaliação das qualidades físicas pode ser desenvolvida em contexto de laboratório e no terreno de jogo, podendo estes últimos, no caso do hóquei em patins, ser realizados tanto na pista como fora dela, permitindo desta forma avaliar as capacidades funcionais e as competências biomotoras dos atletas. Trata-se de um processo fundamental para que possa ser possível, através da informação disponibilizada junto dos treinadores, melhorar e ajustar o processo de treino e desta forma favorecer o rendimento desportivo.

Neste âmbito, o presente estudo assume um carácter descritivo, pretendendo, de forma mais ampla e recorrendo a uma bateria extensa de avaliação estudar, em atletas de Hóquei em Patins masculinos portugueses de alto rendimento, pertencentes às seleções nacionais, os seus indicadores de composição corporal, aptidão cardiorrespiratória, força muscular e flexibilidade.

### 1.1. Hóquei em Patins

De acordo com a informação disponibilizada pelo Instituto Português do Desporto e Juventude, I.P., no ano de 2011 encontravam-se inscritos na Federação de Patinagem de Portugal cerca de 11.151 atletas e 638 treinadores, integrando um universo nacional de cerca de 195 clubes (IPDJ, 2011).

À semelhança de outras modalidades, os escalões competitivos são determinados por escalões etários, sendo que os atletas que competem no escalão de juvenis deverão ter idades compreendidas entre os quinze e os dezasseis anos, os juniores entre dezassete e dezanove, integrando o escalão sénior todos os atletas com idade superior a vinte anos.

Do ponto de vista desportivo, o jogo é composto por duas partes de 20 minutos de tempo útil, sendo o cronómetro interrompido sempre que existe qualquer interrupção no jogo. Cada equipa é composta por 4 jogadores de campo e 1 guarda-redes, sendo o jogo realizado num recinto que tem como medidas mínimas 34 metros de comprimento e 17 metros de largura e dimensões máximas de 44 metros de comprimento por 22 metros de largura, encontrando-se delimitado por uma tabela com um metro de altura.

Na época de 2009/2010 os regulamentos desta modalidade sofreram alterações, tendo o jogo assumido algumas características mais semelhantes ao hóquei no gelo, nomeadamente através da introdução de regras que criam situações de *power-play*, entendidas estas pela possibilidade de uma equipa poder jogar, em determinadas fases do jogo, em situações de superioridade numérica. Por outro lado, estas novas regras vieram também reduzir a tolerância por parte dos árbitros a situações de contacto físico entre os jogadores junto à tabela. O jogo tornou-se mais rápido e por via do menor contacto físico permitido entre os atletas, passou a sofrer menos interrupções por faltas, características já anteriormente verificadas no hóquei no gelo. Por este motivo, pode ser equacionado se os requisitos de âmbito mais fisiológico da modalidade se alteraram e nesse contexto, quais as consequências dessas alterações no domínio das adaptações fisiológicas requeridas aos atletas para melhorarem o seu rendimento desportivo.

O hóquei em patins é caracterizado fisiologicamente por ser uma modalidade de carácter intermitente, alternando as intensidades de esforço entre o regime aeróbio e o anaeróbio (Vasquez, 1991), necessitando das três vias de produção energética durante o esforço embora com importâncias diferenciadas consoante a fase do jogo e as características técnico-táticas dos atletas (Rodríguez, Acero, & Vasquez, 1991).

Porta e Mori (1983) citados por Rodriguez (1991) consideram que a resistência anaeróbia é necessária a um nível extremamente elevado num atleta de hóquei em patins para que este possa manter um desempenho constante durante todo o período de jogo, respondendo de forma eficiente às necessidades de potência, ações explosivas e

intermitentes que são necessárias desenvolver durante o jogo. Segundo estes autores, a resistência aeróbia assume também um papel fundamental no hóquei uma vez que é necessário manter um desempenho técnico-tático constante com um ritmo de jogo elevado. Por outro lado, uma boa aptidão cardiorrespiratória permitirá melhorar a resistência anaeróbia de forma a retardar o aparecimento da fadiga e diminuir o tempo de recuperação bem como desenvolver adequadamente as qualidades motoras necessárias ao jogo. Do ponto de vista do grau de preponderância das várias qualidades fisiológicas, Martín (1989) citado pelo mesmo autor considera que as capacidades aláctica e láctica são as que assumem maior importância, seguidas da capacidade e potência aeróbia e força máxima, sendo a flexibilidade muscular e a mobilidade articular os fatores menos preponderantes.

Blanco, Enseñat e Balagué (1994) caracterizam o esforço desenvolvido em competição pelos atletas desta modalidade como sendo bio-energeticamente misto e de carácter aeróbio-anaeróbio intermitente. Dal Monte (1983) citado por Rodriguez (1991) afirma que o hóquei em patins é caracterizado pela alternância de períodos de elevada intensidade – ataques, contra-ataques, defesa – com períodos de intensidade baixa ou muito baixa. Por outro lado, visto os jogos terem uma duração que geralmente varia entre os 70 e os 90 minutos, existe a necessidade de possuir um nível elevado de resistência aeróbia.

## 1.2. Potência Aeróbia

A evidência científica disponível sugere que um atleta que disponha de um valor de consumo de oxigénio mais elevado beneficia de uma ferramenta que lhe permite uma recuperação mais eficaz de esforços intermitentes de alta intensidade, com vantagens também para os valores de potência produzidos pelos membros inferiores que os atletas são capazes de originar.

Bogdanis, Nevill, Boobis e Lakomy (1996) depararam-se com uma elevada correlação entre o valor de consumo máximo de oxigénio ( $\text{VO}_2$  máximo) e a percentagem de energia disponibilizada pelo metabolismo aeróbio em *sprints* repetidos. Neste sentido, o valor máximo de consumo de oxigénio parece estar significativamente relacionado com a magnitude da resposta da carga interna durante a realização dos *sprints*, podendo um valor de  $\text{VO}_2$  máximo mais elevado estar associado a uma maior resposta do

metabolismo aeróbio nos períodos de recuperação destes esforços. Por outro lado, hoquistas apresentando valores de  $\text{VO}_2$  máximo superiores mostraram apresentar uma menor redução da potência produzida pelos membros inferiores avaliada em cicloergómetro, quando comparados com atletas apresentando menores valores de  $\text{VO}_2$  máximo (McMahon & Wenger, 1998; Tomlin & Wenger, 2002).

Num estudo realizado em 1994, Balsom, Ekblom e Sjodin reportaram que após a administração de eritropoietina em indivíduos que realizaram 15 *sprints* de 6 segundos em passadeira, os níveis de lactato e de hipoxantina (um produto da degradação da adenosina) eram menores que os apresentados pelo grupo de controlo. Os mesmos autores demonstraram que através da redução do oxigénio disponível, criando artificialmente um ambiente de hipoxia, a resposta a um protocolo de *Wingate* nessas condições é diferente daquela em condições de normoxia. Verificou-se um menor consumo de  $\text{O}_2$ , maior acumulação de lactato e uma menor capacidade de manter os níveis de potência produzidos em teste. Estes dados sugerem que a contribuição do metabolismo aeróbio e anaeróbio, está relacionada com a quantidade de oxigénio disponível. Um aumento do  $\text{VO}_2$  máximo traduz-se num aumento do oxigénio disponível para a tarefa, resultando num aumento da contribuição aeróbia e diminuição da contribuição anaeróbia para a mesma, sendo a situação inversa também observável.

O processo de re-síntese do ATP após um esforço único de elevada intensidade ocorre primariamente, através das vias anaeróbias; contudo, o estudo de Gaitanos, Williams, Boobis e Brooks (1993) sugere que com o aumento do número de repetições do esforço o metabolismo aeróbio assume uma maior participação no processo de re-síntese de ATP. Balsom e col. (1994) relacionaram a recuperação de esforços intensos repetidos com a capacidade de re-sintetizar fosfocreatina, sendo que esta mostrou estar dependente da quantidade de oxigénio disponível.

Estes dados sustentam a importância que o condicionamento aeróbio representa num atleta que compete numa modalidade com os requisitos fisiológicos que o hóquei em patins apresenta.

Num importante estudo realizado em 1991, Rodriguez, Acero e Vásquez avaliaram a potência aeróbia em jogadores de hóquei em patins incluídos na seleção pré-olímpica espanhola, recorrendo a uma avaliação no laboratório e a outra no terreno. A avaliação

de laboratório consistiu numa prova progressiva máxima, realizada em tapete rolante, tendo o  $\text{VO}_2$  máximo medido um valor máximo de 55,6 ml/kg/min. A avaliação no terreno recorreu a uma prova de carácter progressivo, mais concretamente o teste vaivém, realizado de forma contínua, onde o tempo de prova foi o indicador seleccionado para aferir a potência aeróbia. Neste teste, os atletas espanhóis, apresentaram uma duração média total de 14,2 minutos. No mesmo ano, Rodriguez (1991) aplicou o mesmo protocolo junto dos atletas masculinos da seleção nacional de Espanha sénior, tendo sido verificado no teste de laboratório um valor médio de  $\text{VO}_2$  máximo de 54,9 ml/kg/min e um tempo médio de duração do vaivém de 14,6 minutos.

Blanco, Enseñat e Balagué (1995) tentaram desenvolver uma equação que permitisse estimar o  $\text{VO}_2$  máximo a partir de uma prova indireta tal como o teste de vaivém realizada em patins. Utilizando uma amostra de atletas amadores espanhóis de hóquei em patins, após aplicarem a equação desenvolvida, reportaram um valor médio estimado de consumo de oxigénio de 50,5 ml/kg/min no referido teste.

O teste progressivo de vaivém, realizado de forma contínua em corrida de intensidade progressiva, é uma ferramenta comum na estimação do valor do  $\text{VO}_2$  máximo em testes de terreno, tendo sido desenvolvido por Leger and Lambert (1982) para indivíduos adultos, sendo mais tarde modificado para crianças (Leger, Mercier, Gadoury & Lambert, 1988). Em ambos os estudos o teste mostrou ser válido e fidedigno na estimação do consumo de oxigénio. Para além da sua validade, o vaivém mostrou ser um bom preditor do tempo de corrida de 5 km e 10 km (Paliczka, Nichols & Boreham, 1987; Ramsbottom, Brewer & Williams, 1988). Através da realização deste teste, o valor do consumo máximo de oxigénio pode ser estimado a partir da velocidade atingida ou pelo número de percursos concluídos (Barnett, Chan & Bruce, 1993; Mahar, Welk, Rowe, Crotts & McIver, 2006; Matsuzaka e col., 2004). No entanto o teste tende a subestimar o valor máximo de consumo de oxigénio quando comparado com o valor determinado em protocolos máximos de laboratório realizados em passadeira rolante (Cooper, Baker, Tong, Roberts & Hanford, 2005).

Num trabalho mais recente, Davis e col. (2004) reportaram que quer o teste progressivo realizado por patamares (vaivém), quer o *sprint* se associavam negativamente com a massa corporal total. Os mesmos autores verificaram ainda associações inversas entre o teste de flexibilidade senta e alcança e o teste de vaivém (Davis e col., 2004).

No quadro do desenvolvimento de testes progressivos máximos para determinação da aptidão cardiorrespiratória, a par da frequência cardíaca (FC), é usual proceder à monitorização da concentração sanguínea de lactato em resposta ao exercício, a utilização deste método justifica-se esta avaliação fundamentalmente por três grandes motivos (Sports, 2000):

- São indicadores do grau de adaptação ao treino;
- Apresentam correlação com o desempenho em esforços de resistência;
- Poderão ser indicadores para ajustamento carga de treino ótima.

### 1.3. Composição corporal

Existem diversos estudos que incidem na associação da composição corporal ao desempenho desportivo, estando comprovada sua importância no desporto de alto rendimento. Neste trabalho a avaliação da composição corporal foi realizada com recurso ao método de avaliação da bioimpedância corporal bem como à avaliação da morfologia de superfície através da antropometria (pregas adiposas e dos perímetros corporais). O estudo de Boneva-Asiova e Boyanov (2008) demonstrou a existência de uma elevada associação entre a bioimpedância e o método de referência utilizado nomeadamente a densitometria radiológica de dupla energia (DXA), assumindo esta um valor de  $r=0,93$  ( $p < 0,05$ ) para a massa gorda (MG), constituindo-se desta forma com um método válido na avaliação deste tipo de atletas de alto rendimento.

A medição das pregas adiposas consiste em avaliar a espessura composta por uma dupla camada de pele e pela quantidade de tecido adiposo subcutâneo, em locais específicos do corpo. A medição das pregas adiposas permite estimar de um modo simples e não invasivo a quantidade e a distribuição da MG.

A conversão das pregas subcutâneas em %MG poderá necessitar da medição da densidade corporal ou poderá ser feita diretamente através de equações desenvolvidas para o efeito. Evans, Rowe, Misic, Prior e Arngrimsson (2005) desenvolveram uma equação para estimar a %MG numa população diversificada de atletas no que concerne ao género e à raça, necessitando apenas de três pregas, nomeadamente a prega abdominal, crural e tricipital. Esta equação apresentou uma forte correlação com o modelo de 4 componentes de Lohman (1989) para estimação da %MG ( $r=0,85$ ;  $p < 0,05$ ).

A evidência científica reforça a importância da composição corporal no desempenho desportivo em alto rendimento, estando descritas as relações entre a MG, massa isenta de gordura (MIG) e a massa muscular (MM) e os indicadores de sucesso no rendimento desportivo. Diversos autores têm reportado uma relação inversamente proporcional entre a %MG e a força resistente, a força máxima e o consumo máximo de oxigénio (Fogelholm e col., 2006; Mayhew, Piper & Ware, 1993; Ross & Katzmarzyk, 2003; Wong e col., 2004).

No estudo de Esco, Olson e Williford (2008) o somatório de diversas pregas adiposas (crural, abdominal, subescapular) apresentou uma correlação inversa com o número de abdominais (*sit-ups*) e de flexões de braços realizadas. A massa corporal, a MIG, a MM também mostraram estar associadas à força produzida (Utter & Hager, 2008; Winwood, Keogh & Harris, 2012). A relação entre a MIG e a MM com a potência anaeróbia máxima e média também já foi estabelecida em atletas de judo e lutas amadoras (Kim, Cho, Jung, & Yoon, 2011; Utter, Stone, O'Bryant, Summinski, & Ward, 1998; Vardar, Tezel, Öztürk, & Kaya, 2007). No estudo de Kanehisa, Ikegawa, e Fukunaga (1998) foi avaliado um grupo de halterofilistas olímpicos, tendo sido observadas associações entre os diversos marcadores de composição corporal antropométricos; a massa corporal correlacionou-se com a MIG e a estatura, a MG com a massa corporal e por último a %MG com o índice de massa corporal (IMC).

A relação entre a percentagem de massa gorda e a velocidade de patinagem no gelo foi estabelecida por Potteiger, Smith, Maier e Foster (2010), tendo estes autores identificado que uma maior percentagem de massa gorda se relacionou com uma menor velocidade de deslocamento.

No estudo de Miller, White, Kinley, Congleton e Clark (2002) em jogadores de futebol americano, o aumento de MG correlacionou-se negativamente com o desempenho no salto vertical, com o arremesso (*powerclean*), o tempo em *sprint* e o número de percursos realizados no teste de vaivém.

Por outro lado, a massa isenta de gordura apresenta uma correlação positiva com os valores de força alcançados em testes máximos em indivíduos não desportistas e em militares finlandeses (Johnson, Friedl, Frykman, & Moore, 1994; Vaara e col., 2012).



#### 1.4. Força Isométrica

Se uma força máxima ( $F_{\text{máx}}$ ) ou taxa de produção de força (TPF) mais elevadas poderão fazer diferença no rendimento desportivo nesta modalidade, então atletas ou equipas mais fortes e mais poderosas, terão um desempenho superior a atletas ou equipas menos fortes e menos poderosas (Stone, Moir, Glaister & Sanders, 2002).

No estudo de Vaara e col. (2012) realizado com militares finlandeses, a força isométrica produzida em prensa de pernas e a força de preensão apresentaram uma correlação com a MIG. A força de pernas e o número de *sit-ups* realizados também se associaram ao  $\text{VO}_2$  máximo.

Adicionalmente neste estudo foi calculado pelos autores um índice de força máxima (z-scores de três testes de força máxima, prensa de pernas, supino e preensão manual) que se correlacionou moderadamente com a MIG e um índice de resistência muscular caracterizado pela conversão em z-scores dos resultados de uma bateria que consistia em flexões de braços, *sit-ups* e agachamentos repetidos. Foram observadas correlações negativas com vários indicadores de composição corporal como a percentagem de massa gorda mas não com a massa isenta de gordura.

O sucesso no rendimento desportivo está associado ao desempenho em diversas tarefas biomotoras. Os saltos são comumente alvo de análise por serem um indicador da potência produzida pelos membros inferiores. Tendo este aspeto em consideração Burr, Jamnik, Dogra e Gledhill (2007) observaram uma correlação significativa entre o desempenho relativo ao salto com e sem contra-movimento de atletas juniores de hóquei no gelo e a ordem pela qual foram selecionados para integrar as equipas profissionais. Ugarkovic, Matavulj, Kukolj e Jaric (2002) desenvolveram um estudo que visou aferir qual a importância de diversas variáveis de composição corporal e de força como preditoras do rendimento do salto com contra-movimento em atletas de elite de basquetebol juniores, concluindo que as variáveis em estudo eram responsáveis por 50% da variância da altura do salto.

Os dados recolhidos durante a avaliação da força têm como finalidade:

- Caracterizar um desporto (determinar a importância da força e da potência no desempenho ótimo da modalidade);

- A identificação de talento desportivo;
- Diagnóstico de diferentes tipos de força (permitindo identificar eventuais insuficiências e desequilíbrios, de modo a prescrever um treino orientado para a resolução das mesmas);
- Controlo de treino.

Segundo Sports (2000) a avaliação isométrica da força apresenta como vantagens o facto de produzir dados de grande fidelidade e facilmente reproduzíveis.

A evidência científica tem demonstrado a importância que a avaliação da F<sub>máx</sub> e da TPF no movimento de arremesso realizado com a barra ao nível do ponto médio da coxa em regime de contração isométrica, em populações de atletas de diversas modalidades (McGuigan & Winchester, 2008; McGuigan, Winchester & Erickson, 2006; Stone e col., 2002; Stone e col., 2003; Stone e col., 2004; Stone e col., 2005; West e col., 2011).

A F<sub>máx</sub> parece ser um fator de grande preponderância no desempenho desportivo em diversas modalidades e a TPF está associada ao conceito de “força explosiva”, que por sua vez se relaciona com a capacidade de acelerar objetos, incluindo a massa corporal (Stone e col., 2002). O estudo desenvolvido por West e col. (2011) demonstrou a existência de uma relação entre a F<sub>máx</sub> realizada no arremesso isométrico e o desempenho em saltos com contra-movimento bem como na aceleração verificada em *sprints*. No estudo de Stone e col. (2003) realizado em atletas das disciplinas de lançamentos de atletismo, foram encontradas associações elevadas entre a F<sub>máx</sub> e a potência máxima; no entanto o mesmo não se verificou para a TPF em regime isométrico. Em atletas de futebol americano e de lutas amadoras foram encontradas correlações elevadas e muito elevadas entre a F<sub>máx</sub> no arremesso e os testes dinâmicos de 1 repetição máxima (RM) (McGuigan & Winchester, 2008; McGuigan e col., 2006). Noutro estudo realizado com atletas de ciclismo foram também encontradas associações significativas entre a F<sub>máx</sub> e a TPF avaliadas em regime isométrico com o desempenho em saltos sem e com contra-movimento, bem como com os resultados obtidos no protocolo de *Wingate* realizado em cicloergómetro (Stone e col., 2004). Em halterofilistas foram e ainda verificadas associações entre a F<sub>máx</sub> dinâmica em cargas moderadas e elevadas (Kawamori e col., 2006), a carga de RM de agachamento (Stone e col., 2005) e a F<sub>máx</sub> isométrica. No estudo de West e col. (2011) a F<sub>máx</sub> produzida no

arremesso correlacionou-se com a potência produzida no salto com contra-movimento e a TPF correlacionou-se com o tempo de corrida de velocidade (10 m) e com a altura do salto com contra-movimento.

Os estudos analisados na revisão de Juneja, Verma e Khanna (2010) reportam correlações de moderadas a fortes entre a força isométrica e o desempenho em tarefas dinâmicas, principalmente quando estão envolvidos valores elevados de força e potência.

A força de preensão manual é o resultado da força máxima que um indivíduo é capaz de produzir em condições biocinéticas normais através da flexão voluntária de todas as articulações dos dedos, polegares e punhos (Koley & Singh, 2009). Entendida enquanto qualidade biomotora, a força de preensão manual, já foi estudada na sua aplicação ao desempenho desportivo em diversas modalidades (Bonitch-Gongora, Bonitch-Dominguez, Padial & Feriche, 2012; Borges, Domenech, Silva, Dias & Sagawa, 2009; Kraemer e col., 2001). Leyk e col. (2007) estabeleceram uma relação entre a força produzida no teste de preensão manual e a MIG.

O hóquei no gelo é, na sua essência, semelhante ao hóquei patinado, apresentado porém diferenças no tamanho e no tipo de superfície em que é jogado, na maior permeabilidade das regras ao contacto físico entre os jogadores e no número de jogadores em campo (seis em vez de cinco). A avaliação das qualidades físicas neste desporto está amplamente estudada, pelo que a informação disponível poderá ajudar a enquadrar alguns dos requisitos de carácter fisiológico do hóquei em patins. Sendo abundante a informação relativa à velocidade de patinagem e aos fatores envolvidos no sucesso desta tarefa.

O sucesso ao nível do alto rendimento no hóquei no gelo requer que os atletas possuam um bom nível de aptidão física global, que incluem uma elevada capacidade anaeróbia para a realização de *sprints*, força, potência e resistência musculares e uma elevada capacidade aeróbia (Bracko, 2001; Bracko & George, 2001; Burr e col., 2008).

No estudo realizado por Green, Pivarnik, Carrier e Womack (2006) concluiu-se que o  $\text{VO}_2$  máximo era responsável por 17% da variância em oportunidades de golo criadas por jogadores de hóquei no gelo. Os autores sugeriram também que um nível elevado de

condicionamento aeróbio aumentava o tempo até a fadiga e melhorava a recuperação entre jogadas.

Diversos estudos sobre as qualidades físicas de atletas praticantes de hóquei no gelo estabeleceram relações entre avaliações realizadas no campo de jogo e avaliações fora dele. Os resultados obtidos pelos atletas na realização de *sprints* fora do campo de jogo (tempo de realização) mostraram estar associados à velocidade de patinagem e ao rendimento em jogo (Behm, Wahl, Button, Power & Anderson, 2005; Bracko & George, 2001; Farlinger, Kruisselbrink & Fowles, 2007; Krause e col., 2012; Peyer, Pivarnik, Eisenmann & Vorkapich, 2011). O desempenho no salto vertical também foi identificado como preditor da velocidade de patinagem (Bracko & George, 2001; Mascaro, Seaver & Swanson, 1991). Behm e col. (2005) encontraram uma relação significativa entre a velocidade máxima de *sprint* e a razão equilíbrio (calculado através de uma tábua de balanço ligada a um programa informático especializado) tendo encontrado também que a combinação destes fatores é responsável por cerca de 38% da variância da velocidade máxima de patinagem. O coeficiente de correlação encontrado foi potenciado através da junção no modelo de correlação do desempenho na prensa de pernas, nos saltos com e sem contra-movimento e no teste de flexibilidade senta e alcança.

Perante a evidência disponível apresentada anteriormente, fica clara a exiguidade dos dados específicos aos diferentes domínios das qualidades biomotoras que caracterizam a prática do hóquei em patins de alto rendimento, sendo os dados quase inexistentes na população de atletas de alto rendimento portugueses.

Neste contexto, como principal objetivo deste trabalho, de caráter descritivo e transversal, pretende-se analisar os três escalões competitivos (juvenis, juniores e seniores) de atletas portugueses masculinos de Hóquei em Patins de alto rendimento, pertencentes à seleção nacional, no que diz respeito aos diferentes marcadores que caracterizam a sua composição corporal, aptidão cardiorrespiratória, força muscular e flexibilidade.

Para além do estudo descritivo destas componentes, procurar-se-á neste trabalho comparar os três escalões nas diversas dimensões que são alvo de análise e referidas anteriormente, de forma a estudar as diferenças existentes entre os 3 níveis etários.

## 2. Metodologia

---

### 2.1. Caracterização da amostra

A amostra deste estudo foi composta por 63 atletas masculino de elite de hóquei em patins, pertencentes às seleções nacionais dos 3 escalões competitivos: juvenis, juniores e seniores.

### 2.2. Protocolo de avaliação

#### – 2.2.1. Composição Corporal e Antropometria

Para efeitos da avaliação antropométrica foi avaliada a massa corporal total e a estatura através de uma balança com estadiómetro calibrado (Seca, modelo 220, Hamburgo, Alemanha). Os perímetros foram avaliados com uma fita de perímetros estandardizada (Seca, Hamburgo, Alemanha) e as pregas adiposas foram avaliadas com um adipómetro de plástico (Slim Guide Skinfold Caliper, Rosscraft, Modelo C120, Colúmbia Britânica, Canadá). A bioimpedância foi o método utilizado para a estimação dos diferentes compartimentos de composição corporal tendo sido realizada através de um equipamento de monofrequência (Akern Bioresarch, Modelo BIA 101, Pontassieve, Itália). As pregas foram medidas de acordo com o protocolo descrito por Lohman, Roche e Martorell (1988):

- Tricipital
- Bicipital
- Subescapular
- Abdominal (medida de forma vertical)
- Suprailíaca média
- Crural
- Geminal

Adicionalmente foram acrescentadas duas pregas descritas por Jackson e Pollock (1978):

- Abdominal (medida de forma horizontal)
- Suprailíaca anterior

A %MG foi estimada a partir de uma equação que utiliza o somatório de três pregas, abdominal, tricipital e crural, tal como descrita por Evans e col. (2005):

$$\%MG=8,997+0,24658*(\text{Soma 3 pregas})-6.343*(\text{género})-1.998*(\text{raça})$$

(género: 0=feminino; 1=masculino – raça: 0=caucasiano; 1=negro)

Com base no valor de %MG fornecido por esta equação calculou-se o valor absoluto de MG (kg), convertendo a percentagem em massa, sendo a MIG (kg) foi estimada através da subtração da MG (kg) à massa corporal total.

Os perímetros corporais foram medidos de acordo com o protocolo de Lohman e col. (1988):

- Braquial sem flexão
- Braquial com flexão
- Cintura
- Anca
- Crural
- Geminal

Os dados foram recolhidos por um avaliador experiente, realizando 3 avaliações em cada variável, sendo o valor final a média das três recolhas.

O método de bioimpedância foi utilizado de forma a estimar variáveis relativas a marcadores de composição corporal dos atletas:

- Massa celular corporal
- Massa gorda
- Massa isenta de gordura
- Massa muscular
- Taxa metabólica basal

Foram recolhidos os valores absolutos (kg) e relativos (%) face à massa corporal total.

Relativamente à bioimpedância, os atletas foram colocados a repousar em decúbito dorsal durante dez minutos. Durante o período de repouso a pele do local onde os

elétrodo foram posteriormente colocados foi limpa com álcool. No membro superior os elétrodo foram colocados na face posterior do punho entre as apófises estilóides e junto da articulação metacárpico-falângica do terceiro metacarpo e no membro inferior na face anterior da tibiotársica entre os maléolos e junto da articulação metatársico-falângica do terceiro metatarso.

As variáveis da composição corporal foram estimadas a partir dos valores obtidos da resistência e da reactância, que juntamente com os dados relativos ao peso, estatura, género e idade foram inseridos no programa informático ajustado (BodyGram, Versão 1.31, Akern Bioreserch, Pontassieve, Itália).

### – 2.2.2 Potência aeróbia

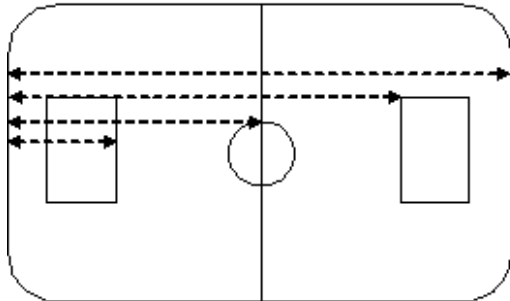
O teste de vaivém (*Pacer test*) foi aplicado tal como descrito por Meredith e Welk (2007). O teste consistiu em percorrer o maior número possível de percursos de 20 metros, delimitados por uma linha, que deveria ser pisada simultaneamente com sinal sonoro que era responsável por impor o ritmo em cada percurso. A frequência do sinal sonoro incrementava 0,5 km/h por minuto, sendo que a velocidade inicial era de 8,0 km/h. Quando o atleta foi incapaz de acompanhar o ritmo imposto pelo sinal sonoro, falhando coincidir o sinal sonoro com o pisar da linha por três vezes, o teste foi terminado. No final da prova foi registado o número de percursos realizados por cada um dos atletas. De modo a que o teste mimetizasse de um modo mais preciso as condições do hóquei em patins, o teste foi realizado em patins e com o *stick* em ambas as mãos.

Para efeitos de comparação dos resultados dos atletas portugueses com os resultados de atletas espanhóis da seleção nacional e pré-olímpica reportados por Rodriguez (1991), o número de voltas foi convertido em minutos através de um programa customizado escrito na linguagem de programação, Ruby elaborado para o efeito.

### – Potência anaeróbia – *Sprints*

A avaliação da potência anaeróbia na patinagem foi realizada na pista de hóquei, sendo cada repetição de teste composta por quatro percursos, de comprimento progressivamente maior (Figura 1). O teste consistia em realizar os percursos no menor tempo possível, tendo de tocar na tabela no final de cada um de forma a considerar o

teste válido. Após o sinal de partida o atleta percorreu o trajeto de menor distância progredindo para o de maior distância; no momento em que o atleta tocava na tabela pela última vez, o teste era dado por terminado.



**Figura 1 – Representação dos percursos do teste de potência anaeróbia**

Imediatamente após o teste foram recolhidos os valores de frequência cardíaca a 39 atletas, medidos por cardiofrequencímetro Polar (Polar Electro Oy, Modelo RS800CX, Kempele, Finlândia) e os valores da concentração sanguínea de lactato a 47 atletas. No momento em que o atleta terminava o teste, um avaliador registava o valor de FC que observava no visor do relógio polar e procedia, após um minuto de repouso, à recolha de uma amostra de sangue num capilar localizado no lobo da orelha recorrendo a uma lanceta. O sangue era recolhido para uma tira de teste e posteriormente analisado pelo analisador Lactate Pro (Arkay Inc, Kyoto, Japão). Numa amostra de 17 atletas (13 juvenis e 4 juniores) foi registado, individualmente, o tempo que demoraram a completar o teste, com recurso a cronómetros.

### – 2.2.3 Força Isométrica

#### Peso morto

A  $F_{\text{máx}}$  isométrica e a TPF avaliadas durante a realização do peso morto em regime isométrico foram obtidas pelo equipamento Isocontrol-Pro (Quasar Control S. L., Modelo Quasar 5.1, Madrid). Foram realizadas duas avaliações distintas no peso morto: uma foi desenvolvida com os patins calçados e outra com sapatilhas desportivas, numa plataforma metálica que ligava um dinamómetro a uma barra, através de uma corrente. O comprimento desta foi ajustado para todos os atletas em ambas as avaliações do peso morto, de modo a que a barra ficasse alinhada com o ponto médio da coxa. O posicionamento foi assegurado através de um goniómetro, de modo a que o ângulo ao



nível da articulação do joelho se situasse entre os 110° e os 120°, conferindo um ângulo ótimo para a produção de F<sub>máx</sub> e para a TPF. Os atletas foram instruídos no sentido de realizarem “o máximo de força possível, o mais depressa possível”. Imediatamente após o sinal sonoro dado pelo programa de computador utilizado para a recolha dos dados, procedeu-se à recolha dos dados. Cada atleta realizou três repetições em cada uma das avaliações, tendo sido utilizado o critério da melhor repetição em termos de força máxima para a escolha da repetição a analisar.

#### Preensão Manual

A avaliação da F<sub>máx</sub> isométrica de preensão foi realizada através de um dinamómetro hidráulico Jamar (Sammons & Prestons, Modelo J00105, Bolingbrook, EUA). O dinamómetro Jamar é considerado um instrumento válido e fidedigno na avaliação objetiva da força de preensão manual (Hamilton, McDonald & Chenier, 1992).

De forma resumida, o teste iniciou-se com os atletas em pé, com o cotovelo do membro avaliado fletido a 90 graus e o antebraço em posição neutra. Sendo a pega do dinamómetro ajustável, foi deixado ao critério dos atletas qual o ajuste com que se sentiam mais confortáveis. Foram permitidas duas repetições submáximas com o objetivo de familiarizar os atletas com a tarefa, após as quais, foi lhes pedido para realizarem o máximo de força possível durante três segundos, alternando as mãos, repetindo o teste três vezes para cada lado. Apenas o melhor resultado em cada lado estudado (direito e esquerdo) foi considerado.

#### Força de Preensão digital

A F<sub>máx</sub> realizada pelos atletas neste exercício foi medida com recurso a um dinamómetro Jamar (Sammons & Prestons, Modelo J00111, Bolingbrook, EUA) especialmente ajustado. Foi pedido para que os atletas segurassem no dinamómetro com o dedo polegar e o indicador, sem utilizar os restantes três dedos. Os atletas foram em posição bípede, com o cotovelo do membro avaliado fletido a 90 graus e o antebraço em posição neutra. Tal como no teste de preensão manual foi pedido aos atletas para fazerem o máximo de força possível durante três segundos, alternando as mãos e repetindo o teste três vezes para cada lado (direito e esquerdo). Apenas o melhor resultado de cada lado foi considerado.

#### – 2.2.4 Flexibilidade

##### Senta e Alcança modificado (*modified sit & reach back saver*)

Para a realização deste teste pediu-se aos atletas que se descalçassem e se sentassem no solo com as costas encostadas junto da parede. O protocolo deste teste implica que um dos membros inferiores deve estar em extensão com a face plantar do pé totalmente encostada à caixa de flexibilidade, encontrando-se o outro membro inferior em flexão e descaído para o lado de modo a permitir que o tronco avançasse sobre o membro inferior em extensão. Os braços foram colocados junto da régua, posicionando as mãos, uma por cima da outra e viradas para o solo. Durante o movimento, as costas tinham de estar em posição neutra (sem flexão) assim como o segmento da cabeça. Foi pedido que alcançassem o mais longe possível com as mãos sobre a régua, expirando ao mesmo tempo que o tronco avançava, mantendo a posição durante três segundos, de modo a ser registado o resultado. O protocolo foi repetido 3 vezes para cada membro inferior, sendo seleccionado o valor mais elevado encontrado para cada lado. Antes de cada repetição máxima foram permitidas duas a três repetições de ensaio.

##### Alcança Atrás (*Back Scratch*)

A avaliação da flexibilidade dos membros superiores foi realizada através do teste “alcança atrás das costas” descrito por Rikli e Jones (2002). De forma resumida, na posição de pé, foi pedido ao atleta para com o ombro em rotação externa colocar uma das mãos nas costas por cima do ombro do mesmo lado e alcançar o mais abaixo possível no sentido do chão, com a palma da mão virada para as costas e os dedos em extensão e colocando a outra mão baixo e para trás posicionando o ombro em rotação interna, com a face dorsal da mão em contacto com as costas, tentando trazer a mão o mais para cima que conseguisse com a intenção de sobrepor as mãos. Entrelaçar as mãos e puxar de modo a auxiliar o gesto, foi considerado critério para invalidar medições obrigando à repetição das mesmas. O processo foi repetido no lado oposto. Foram executadas três medições para cada lado. Os valores recolhidos correspondem à distância de sobreposição alcançada pelos atletas em centímetros (cm), medida entre o dedo médio de cada mão. Para os atletas que não foram capazes de sobrepor as mãos os resultados foram apresentados em valores negativos que correspondem à distância entre dedos médios. Para realizar as medições foi utilizada uma régua de 50 cm.

### 2.3 Análise Estatística

Para todas as variáveis foram realizados testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk).

Tendo sido identificada a normalidade das distribuições das variáveis em estudo, procedeu-se à realização de um teste de homogeneidade das variâncias; no caso de se verificar a mesma o teste de inferência para comparação dos valores médios das populações selecionado foi a ANOVA. Quando se observaram diferenças nos valores médios foi efetuado o teste de Scheffé de comparações múltiplas, com o objetivo de aferir quais as populações cujos valores médios diferiam. Quando se verificou a ausência de distribuição normal, em pelo menos de uma das populações optou-se por aplicar o teste Kruskal-Wallis. Quando foi observada a ausência de igualdade dos valores médios foi efetuado o teste de comparações múltiplas emparelhadas de modo a aferir quais as populações cujos valores médios diferiam.

Foram executadas correlações bivariadas entre as variáveis de composição corporal e o número de percursos completados no vaivém para cada um dos três escalões no sentido de clarificar quais das medidas avaliadas apresentam maior preponderância no desempenho no teste de potência aeróbia.

Foram também realizadas correlações bivariadas entre variáveis do teste de potência anaeróbia e adicionalmente com o teste de potência aeróbia, o tempo do *sprint* foi correlacionado com a FC e a concentração sanguínea de lactato no teste de *sprints* e com o número de percursos no vaivém.

O valor de significância estatística estabelecido foi de  $p < 0,05$ . A análise estatística foi realizada pelo *software* IBM SPSS Statistics, versão 21.0 (Chicago, IL).

### 3. Resultados

Os dados descritivos do peso, idade, estatura e índice de Massa Corporal (IMC) da amostra estudada encontram-se expostos na tabela 1.

**Tabela 1 – Valores médios da estatura, peso, massa corporal total e IMC.**

	Juvenis (n=25)	Juniores (n=25)	Seniores (n=13)
Idade (anos)	15,0 ±0,4	17,6±0,7	28,2±4,6
Estatura (cm)	169,2±4,5	174,7±4,1	177,6±4,1
Massa corporal total (kg)	65,7±9,0	73,8±6,8	79,7±5,8
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22,9±2,9	24,2±2,1	25,3±1,8

IMC - Índice de massa corporal; os valores apresentados correspondem à média ± DP.

A avaliação da composição corporal foi desenvolvida através de diferentes métodos, passando pela antropometria, onde foi avaliada a estatura e a massa corporal total bem como a medição das pregas adiposas e perímetros corporais, bem como pela aplicação da bioimpedância para determinação dos compartimentos corporais e estimação da % MG a partir de aplicação de uma equação ajustada.

Em termos médios, os seniores apresentaram os valores mais elevados no que diz respeito à estatura e à massa corporal total. Tal tendência foi também verificada relativamente ao IMC.

Relativamente à comparação entre escalões, foram encontradas diferenças na estatura entre juvenis e juniores ( $p=0,000$ ) e entre juvenis e seniores ( $p=0,000$ ); na massa corporal total foram também registadas diferenças entre os juvenis e juniores ( $p=0,004$ ) e os juvenis e seniores ( $p=0,000$ ). No entanto no índice de massa corporal apenas foram verificadas diferenças entre os juvenis e os seniores ( $p=0,007$ ), apresentando os seniores valores médios no limite do excesso de peso.

Relativamente às pregas adiposas, os juniores apresentaram valores superiores aos dos outros escalões, excepto na prega supraíliaca média e nas duas pregas do membro inferior, crural e geminal (tabela 2). No entanto apenas foram registadas diferenças significativas em relação aos juvenis na prega subescapular ( $p=0,004$ ) e em relação aos seniores na prega bicipital ( $p=0,012$ ) e na prega suprailíaca anterior ( $p=0,011$ ). Na prega

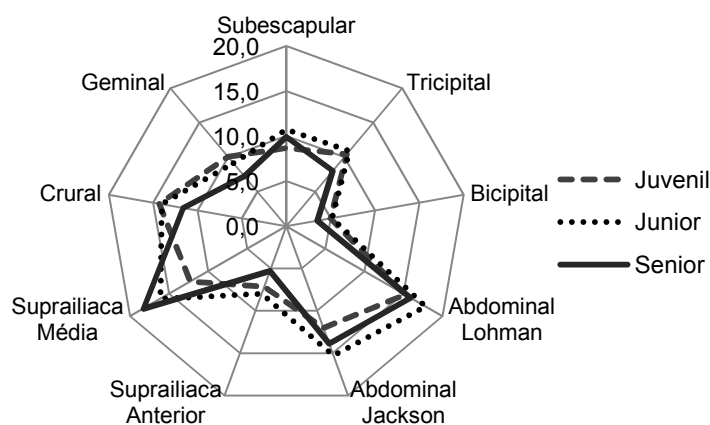
suprailíaca média o valor mais elevado pertenceu aos seniores, tendo sido verificadas diferenças significativas relativamente aos juvenis ( $p=0,015$ ).

**Tabela 2 - Valores médios das pregas adiposas avaliadas e diferenças entre os 3 escalões competitivos.**

	Juvenis	Juniões	Seniores	Juv/Jun p	Juv/Sen p	Jun/Sen p
Subescapular (mm)	8,7±2,1	10,7±2,7	9,9±1,8	0,004	ns	ns
Tricipital (mm)	10,4±4,2	10,9±4,4	8,0±1,7	ns	ns	ns
Bicipital (mm)	5,0±2,3	5,2±2,1	3,5±0,5	ns	ns	0,012
Abdominal (Lohman) (mm)	15,2±6,7	17,9±8,6	15,9±4,9	ns	ns	ns
Abdominal (Jackson&Pollack) (mm)	12,0±5,1	15,3±7,6	13,9±4,0	ns	ns	ns
Suprailíaca Anterior (mm)	7,1±3,8	8,0±4,4	5,3±3,0	ns	ns	0,011
Suprailíaca Média (mm)	12,3±6,8	16,1±7,7	18,3±6,5	ns	0,015	ns
Crural (mm)	14,3±6,4	14,0±6,8	11,6±5,2	ns	ns	ns
Geminal (mm)	10,0±4,6	9,1±3,9	7,2±3,4	ns	ns	ns

Legenda: Juv – Juvenis; Jun – Juniores; Sen – Seniores; valores apresentados correspondem à média ± DP; valor de **p** relativo às diferenças entre escalões; ns – diferenças não significativas ( $p > 0,05$ ).

A figura 2 é uma representação esquemática que permite identificar o perfil de acumulação regional de tecido adiposo e comparar esses mesmos perfis de distribuição entre os diferentes escalões, tendo sido elaborada em função os valores médios registados em cada uma das pregas medidas.



**Figura 2 – Perfil de distribuição da acumulação de MG em cada escalão etário**

Tal como é possível observar na tabela 3, os atletas do escalão sénior apresentaram valores médios mais elevados dos perímetros corporais avaliados contrariamente aos juvenis que apresentaram os valores médios mais reduzidos, tendo as diferenças sido

significativas em todos os marcadores de morfologia de superfície estudados. Os juniores apresentaram apenas dois perímetros significativamente superiores aos juvenis, nomeadamente o perímetro abdominal e o braquial com flexão ( $p=0,019$ ;  $p=0,029$ ).

**Tabela 3 - Valores médios dos perímetros corporais e diferenças entre os 3 escalões etários.**

	Juvenis	Juniores	Seniores	Juv/Jun p	Juv/Sen p	Jun/Sen p
Cintura (mm)	74,7 $\pm$ 5,3	77,9 $\pm$ 4,3	81,4 $\pm$ 3,2	ns	0,000	ns
Abdominal (mm)	76,4 $\pm$ 6,1	81,1 $\pm$ 5,7	84,4 $\pm$ 3,9	0,019	0,000	ns
Braquial Sem flexão (mm)	27,6 $\pm$ 2,5	29,1 $\pm$ 2,2	30,5 $\pm$ 1,9	ns	0,001	ns
Braquial Com flexão (mm)	28,8 $\pm$ 2,5	30,6 $\pm$ 2,2	32,0 $\pm$ 1,7	0,029	0,000	ns
Anca (mm)	92,4 $\pm$ 5,3	96,2 $\pm$ 6,6	100,2 $\pm$ 3,5	ns	0,001	ns
Crural (mm)	51,9 $\pm$ 3,7	54,2 $\pm$ 3,3	56,5 $\pm$ 2,3	ns	0,001	ns
Geminal (mm)	36,0 $\pm$ 3,3	37,6 $\pm$ 3,1	38,4 $\pm$ 2,0	ns	0,015	ns

Legenda: Juv – Juvenis; Jun – Juniores; Sen – Seniores; valores apresentados correspondem à média  $\pm$  DP; valor de **p** relativo às diferenças entre escalões; ns – diferenças não significativas ( $p>0,05$ ).

Os valores médios da %MG estimados através da equação de Evans e col. (2005) e da MIG (kg) encontram-se apresentados na tabela 4. O valor médio absoluto (kg) e relativo (%) de MG mais elevados foram verificados nos juniores, enquanto que os seniores apresentaram o valor médio mais baixo de %MG e o valor mais elevado de MIG. Tendo apresentado os valores mais elevados de IMC, estes ficam a dever-se fundamentalmente a valores mais elevados de MIG e não de MG, devendo por isso ser entendidos com a devida ressalva na interpretação.

A MIG diferiu significativamente entre todos os escalões, apresentando, como referido anteriormente os seniores os valores médios mais elevados.

**Tabela 4 – Valores médios dos compartimentos de composição corporal estimados a partir da determinação da % MG (Evans e col., 2005).**

	Juvenis	Juniores	Seniores	Juv/Jun p	Juv/Sen p	Jun/Sen p
MG (kg)	8,6 $\pm$ 3,7	9,9 $\pm$ 3,9	9,1 $\pm$ 1,8	ns	ns	ns
MG (%)	12,5 $\pm$ 4,1	13,2 $\pm$ 4,5	11,4 $\pm$ 2,2	ns	ns	ns
MIG (kg)	57,3 $\pm$ 6,3	64,1 $\pm$ 5,6	70,6 $\pm$ 5,4	0,001	0,000	0,009

Legenda: Juv – Juvenis; Jun – Juniores; Sen – Seniores; valores apresentados correspondem à média  $\pm$  DP; MG – massa gorda; MIG – massa isenta de gordura; valor de **p** relativo às diferenças entre escalões; ns – diferenças não significativas ( $p>0,05$ ).

Na tabela 5 encontram-se descritos os valores médios referentes aos compartimentos e marcadores de composição corporal determinados por bioimpedância nos três escalões etários estudados. Os valores absolutos e relativos de MM, MIG dos seniores foram os mais elevados dos três escalões, tendo apresentando o valor médio mais reduzido de %MG. Os juvenis apesar de apresentarem o valor médio absoluto de MG mais baixo, apresentam o valor relativo mais elevado. Foram observadas diferenças significativas entre juvenis e juniores e juvenis e seniores para os valores absolutos da MCC ( $p=0,006$  vs  $p=0,000$ , respetivamente), MM ( $p=0,004$  vs  $p=0,000$ , respetivamente) e para a TMB ( $p=0,002$  vs  $p=0,000$ , respetivamente). Apenas na MIG se verificaram diferenças entre todos os escalões, juvenis e juniores ( $p=0,001$ ), juvenis e seniores ( $p=0,000$ ) e juniores e seniores ( $p=0,008$ ).

**Tabela 5 - Valores médios dos marcadores de composição corporal avaliados por bioimpedância.**

	Juvenis	Juniores	Seniores	Juv/Jun p	Juv/Sen p	Jun/Sen p
MCC (kg)	32,9±3,4	37,1±3,8	41,2±3,9	0,006	0,000	ns
MCC (%)	59,1±2,1	60,5±3,0	60,3±2,1	ns	ns	ns
MG (kg)	11,2±4,0	12,1±4,6	11,5±2,1	ns	ns	ns
MG (%)	16,3±4,2	16,1±4,8	14,5±2,5	ns	ns	ns
MIG (kg)	55,7±5,6	62,1±4,5	68,1±5,5	0,001	0,000	0,008
MIG (%)	83,6±4,3	83,9±4,8	85,5±2,5	ns	ns	ns
MM (kg)	40,3±4,1	45,4±4,13	49,7±4,6	0,004	0,000	ns
MM (%)	60,4±4,1	61,4±5,1	62,4±3,1	ns	ns	ns
TMB (Kcal)	1703,8±97,2	1839,2±104,0	1943,1±112,3	0,002	0,000	ns

Legenda: Juv – Juvenis; Jun – Juniores; Sen – Seniores; MCC – massa celular corporal; MG – massa gorda; MIG – massa isenta de gordura; MM - massa muscular; TMB – taxa metabólica basal; valores apresentados correspondem à média ± DP; valor de **p** relativo às diferenças entre escalões; ns – diferenças não significativas ( $p > 0,05$ ).

O número de percursos realizados e o tempo de prova do vaivém, encontram-se descritos na tabela 6, não tendo sido encontradas quaisquer diferenças entre os escalões

**Tabela 6 – Número de percursos realizados e tempo de prova no vaivém nos 3 escalões.**

	Juvenis	Juniores	Seniores	Juv/Jun p	Juv/Sen p	Jun/Sen p
Número de percursos	127,8±18,8	127,0 ± 20,1	123,3 ± 17,2	ns	ns	ns
Tempo de Prova (min)	13,9±1,6	13,8 ± 1,7	13,5 ± 1,5	ns	ns	ns

Legenda: Juv – Juvenis; Jun – Juniores; Sen – Seniores; valores apresentados correspondem à média ± DP; valor de **p** relativo às diferenças entre escalões; ns – diferenças não significativas ( $p > 0,05$ ).

O maior número de percursos realizados no teste de vaivém pertenceu aos juvenis e o menor aos seniores. Contudo não foram verificadas quaisquer diferenças entre os escalões ( $p > 0,05$ ).

Os valores correspondentes à FC e à acumulação de lactato no sangue imediatamente após o teste de potência anaeróbia (*sprints*) encontram-se apresentados na tabela 7. Os seniores apresentaram os valores médios mais elevados de acumulação de lactato mas os valores médios de FC mais baixos; o valor médio mais elevado de FC pertenceu aos juvenis e o valor médio de lactatémia mais reduzido foi registado nos juniores. No entanto apenas na FC final se verificaram diferenças entre os juvenis e os seniores ( $p=0,002$ ).

**Tabela 7 - Valores médios de FC e acumulação de lactato após a realização dos sprints e diferenças entre os 3 escalões.**

	Juvenis	Juniores	Seniores	Juv/Jun p	Juv/Sen p	Jun/Sen p
FC Final (bpm)	171,4±14,7	166,0±9,4	145,8±19,6	ns	0,002	ns
Lactatémia Final (mmol/L)	6,4±2,5	5,8±1,7	6,5±1,8	ns	ns	ns

Legenda: Juv – Juvenis; Jun – Juniores; Sen – Seniores; FC – frequência cardíaca; valores apresentados correspondem à média ± DP; valor de **p** relativo às diferenças entre escalões; ns – diferenças não significativas ( $p > 0,05$ ).

Para o escalão juvenil realizou-se a análise da associação do tempo necessário para os atletas completarem o teste de potência anaeróbia e outras três variáveis. Apesar de nenhuma destas associações se apresentar como significativa, todas elas apresentaram uma tendência de correlação inversa (tempo dos *sprints* vs concentração sanguínea de lactato -  $r=-0,533$ ;  $p=0,061$ ; tempo dos *sprints* vs com a FC no final do teste de potência anaeróbia -  $r=-0,463$ ;  $p=0,295$ ; tempo dos *sprints* vs número de percursos obtidos no teste de vaivém -  $r=-0,403$ ;  $p=0,109$ ).



As associações mais relevantes entre o número de percursos realizados no teste de vaivém e as variáveis de composição corporal e bioimpedância nos atletas juvenis encontram-se representadas na tabela 8. Tanto as pregas adiposas como os perímetros encontram-se associados de forma inversa com o desempenho no teste de potência aeróbia desenvolvido. A MG em termos absolutos mostrou também correlacionar-se de forma negativa, por oposição à MCC (%) e MM (%) que revelaram associações diretas com o desempenho no teste de vaivém.

**Tabela 8 – Correlações mais relevantes entre o número de percursos realizados no vaivém e os marcadores de composição corporal estudados nos atletas juvenis.**

Correlações	r	p
Bicipital	-0,479	0,015
Peitoral	-0,637	0,019
Abdominal Lohman (1988)	-0,449	0,024
Abdominal Jackson e Pollock (1978)	-0,417	0,038
Suprailiaca Anterior	-0,405	0,044
Crural	-0,520	0,008
Geminal	-0,681	0,000
Abdominal	-0,401	0,047
Braquial Sem flexão	-0,646	0,000
Braquial Com flexão	-0,653	0,000
Anca	-0,490	0,013
Crural	-0,613	0,001
MCC (%)	0,569	0,006
MG (kg)	-0,548	0,008
MM (%)	0,621	0,002

Legenda: MCC – massa celular corporal; MG – massa gorda; MM – massa muscular; (p> 0,05).

Na tabela 9 estão retratadas as correlações significativas entre o número de percursos no vaivém e as diversas variáveis de composição corporal e bioimpedância alvo de análise neste trabalho, nos atletas do escalão júnior. Nestes atletas apenas uma prega se correlacionou, a prega abdominal de Jackson e Pollock (1978), os perímetros voltaram a correlacionar-se inversamente, tal como a MG, absoluta e relativa, a MIG (%) e a MM (%).

**Tabela 9 - Correlações mais relevantes entre o número de percursos realizados no vaivém e os marcadores de composição corporal estudados nos atletas juniores.**

Correlações	r	p
Abdominal Jackson e Pollock (1978)	-0,725	0,001
Cintura	-0,696	0,003
Abdominal	-0,637	0,008
Braquial Sem flexão	-0,653	0,006
Braquial Com flexão	-0,574	0,020
Crural	-0,533	0,034
MG (kg)	-0,720	0,002
MG (%)	-0,749	0,001
MIG (%)	0,749	0,001
MM (%)	0,620	0,014

Legenda: MIG – massa isenta de gordura; MG – massa gorda; MM – massa muscular; ( $p > 0,05$ ).

Na tabela 10 estão retratadas as correlações significativas entre o número de percursos no vaivém e as variáveis de bioimpedância alvo de análise neste trabalho, nos atletas do escalão sénior. Apenas a MCC (%) e a MM (%) se associaram significativamente com o número de percursos alcançados no teste de potência aeróbia.

**Tabela 10 - Correlações mais relevantes entre o número de percursos realizados no vaivém e os marcadores de composição corporal estudados nos atletas seniores.**

Correlações	r	p
MCC (%)	0,799	0,002
MM (%)	0,735	0,006

Legenda: MCC – massa celular corporal; MM – massa muscular; ( $p > 0,05$ ).

Relativamente à avaliação da força isométrica, esta dividiu-se em 4 testes, tendo dois deles avaliado a F<sub>máx</sub> e a TPF no exercício de peso morto com e sem os patins calçados+ e os restantes testes avaliado a F<sub>máx</sub> de preensão manual e digital.

Na tabela 11 encontram-se descritos os valores de força máxima, tempo para a força máxima e da taxa de produção de força registados no peso morto sem patins. Os seniores apresentaram os valores médios mais elevados na F<sub>máx</sub> e na TPF, no entanto foram os que necessitaram de mais tempo para alcançar a F<sub>máx</sub>. Os juvenis apresentaram menores valores médios de força máxima mas registaram menores valores

de tempo para a alcançar a  $F_{\text{máx}}$ . Os menores valores de TPF foram registados junto do escalão júnior. Apesar dos dados médios absolutos anteriormente descritos, apenas foram encontradas diferenças na força máxima entre juvenis e seniores ( $p=0,007$ ).

**Tabela 11 - Valores médios de força máxima, tempo para a força máxima e taxa de produção de força no peso morto sem patins**

	Juvenis	Juniores	Seniores	Juv/Jun p	Juv/Sen p	Jun/Sen p
$F_{\text{máx}}$ (N)	1406,4±290,6	1711,4±241,9	1878,4±433,8	ns	0,007	ns
Tempo para a $F_{\text{máx}}$ (ms)	2321,1±984,5	3168,8±1403,6	3468,3±2196,3	ns	ns	ns
TPF (N/s)	8264,7±4011,2	6738,8±1341,5	10431,7±3895,1	ns	ns	ns

Legenda: Juv – Juvenis; Jun – Juniores; Sen – Seniores; TPF – taxa de produção de força; valores apresentados correspondem à média ± DP; valor de **p** relativo às diferenças entre escalões; ns – diferenças não significativas ( $p > 0,05$ ).

Na tabela 12 apresentam-se os valores médios de força máxima, tempo para a força máxima e da taxa de produção de força registados teste de peso morto com patins nos 3 escalões estudados. Neste teste os seniores voltaram a demonstrar os valores de  $F_{\text{máx}}$ , tempo para a  $F_{\text{máx}}$  e TPF mais elevados, tendo os valores médios mais reduzidos sido registados nos juvenis. Embora tenham sido observadas diferenças na  $F_{\text{máx}}$  entre os juvenis e os juniores no peso morto sem patins ( $p=0,007$ ), o mesmo não foi verificado no mesmo teste realizado com patins, não tendo sido identificadas quaisquer diferenças entre os escalões nas variáveis de força estudadas.

**Tabela 12 - Valores médios de força máxima, tempo para a força máxima e taxa de produção de força no peso morto realizado com patins**

	Juvenis	Juniores	Seniores	Juv/Jun p	Juv/Sen p	Jun/Sen p
$F_{\text{máx}}$ (N)	1581,0±257,9	1781,6±420,7	1860,0±356,2	ns	ns	ns
Tempo para a $F_{\text{máx}}$ (ms)	2862,7±826,2	3168,5±809,9	3292,6±3895,1	ns	ns	ns
TPF (N/s)	8748,7±4732,7	10143,10±4768,2	11266,7±6145,8	ns	ns	ns

Legenda: Juv – Juvenis; Jun – Juniores; Sen – Seniores; valores apresentados correspondem à média ± DP; TPF – taxa de produção de força; valor de **p** relativo às diferenças entre escalões; ns – diferenças não significativas ( $p > 0,05$ ).

Os valores médios da força desenvolvida nos testes de preensão manual e preensão digital encontram-se descritos na tabela 13. Os juniores apresentaram os valores mais elevados de força no teste de preensão manual, verificando-se diferenças apenas em relação aos juvenis ( $p=0,004$ ), que produziram os valores mais baixos dos três escalões.

No teste de preensão digital os seniores foram capazes de realizar mais força do que os juvenis e os juniores, quer com a mão direita ( $p=0,035$ ;  $p=0,007$ ) quer com a mão esquerda ( $p=0,029$ ;  $p=0,027$ ).

**Tabela 13 - Valores médios de força de preensão e preensão digital e diferenças entre os 3 escalões**

	Juvenis	Juniores	Seniores	Juv/Jun p	Juv/Sen p	Jun/Sen p
Preensão Manual Direita (kg)	46,2±5,8	55,4±6,6	51,3±8,0	0,004	ns	ns
Preensão Manual Esquerda (kg)	44,6±5,6	53,5±6,3	49,6±7,3	0,004	ns	ns
Preensão digital Mão Direita (kg)	11,3±2,0	10,9±1,6	13,7±2,9	ns	0,035	0,007
Preensão digital Mão Esquerda (kg)	11,2±1,9	11,0±2,0	14,4±3,4	ns	0,010	0,009

Legenda: Juv – Juvenis; Jun – Juniores; Sen – Seniores; valores apresentados correspondem à média ± DP; valor de **p** relativo às diferenças entre escalões; ns – diferenças não significativas ( $p > 0,05$ ).

A avaliação da flexibilidade consistiu em dois testes, um para avaliar os membros inferiores e outro para os membros superiores. Os resultados alcançados pelos atletas nos testes de flexibilidade encontram-se descritos na tabela 14. Os melhores resultados do teste “senta e alcança” pertenceram aos seniores, tendo os juniores apresentado uma menor flexibilidade nos músculos da face posterior da coxa. Neste contexto, foram identificadas diferenças entre juniores e seniores quer no lado direito ( $p=0,020$ ) quer no lado esquerdo ( $p=0,008$ ). No teste “alcança atrás” das costas os juvenis demonstraram ter os melhores valores de flexibilidade em ambos os membros superiores. Contudo, não foram registadas diferenças entre os escalões neste domínio.

**Tabela 14 - Valores médios dos testes de flexibilidade de membros superiores e inferiores e diferença entre os 3 escalões**

	Juvenis	Juniores	Seniores	Juv/Jun p	Juv/Sen p	Jun/Sen p
Senta e Alcança Lado Direito (cm)	40,7±6,3	40,0±6,4	47,1±7,6	ns	ns	0,020
Senta e Alcança Lado Esquerdo (cm)	41,7±7,1	39,5±5,8	47,7±8,3	ns	ns	0,008
Alcança Atrás Ombro Direito Rotação Interna (cm)	2,6±7,0	0,6±7,0	-1,6±6,1	ns	ns	ns
Alcança Atrás Ombro Esquerdo Rotação Interna (cm)	7,9±5,6	3,7±8,1	4,5±7,6	ns	ns	ns

Legenda: Juv – Juvenis; Jun – Juniores; Sen – Seniores; valores apresentados correspondem à média ± DP; valor de **p** relativo às diferenças entre escalões; ns – diferenças não significativas ( $p > 0,05$ ).

#### 4. Discussão

---

A avaliação da composição corporal nestes atletas de hóquei em patins de alto rendimento foi desenvolvida através do método de antropometria e de bioimpedância tendo sido avaliados diversos marcadores de morfologia de superfície e compartimentos corporais.

Os resultados obtidos no domínio da composição revelaram que o escalão juvenil é aquele que mais diferenças apresenta em relação aos outros escalões, juniores e seniores, apresentando menores valores ao nível da estatura, massa corporal total, massa celular corporal, massa muscular e taxa metabólica basal. Os juvenis apresentaram valores significativamente inferiores aos dos atletas juniores e seniores na estatura ( $p=0,000$ ;  $p=0,000$ ) e na massa corporal ( $p=0,004$ ;  $p=0,000$ ). Por outro lado e quando comparados com a literatura, os valores da massa corporal total e da estatura identificados neste trabalho estão de acordo com os dados relatados por Coelho e col. (2012). Os valores de estatura dos juniores e dos seniores são similares aos valores da estatura reportados para os atletas de hóquei em patins espanhóis, atletas da seleção espanhola sénior e pré-olímpica, apresentaram 176,2 cm e 174,3 cm respetivamente (Rodriguez, 1991).

Os valores das pregas adiposas dos juniores foram superiores aos dos outros escalões, exceto na prega supraílica média e nas duas pregas do membro inferior, crural e geminal. Estes valores foram superiores aos encontrados em atletas de hóquei no campo por Holway e Seara (2011). A distribuição da massa gorda observada nos juvenis, maiores pregas nos membros inferiores e menores no tronco, está de acordo com o padrão descrito por Malina, Bouchard e Bar-Or (2004). A distribuição da acumulação da MG e por conseguinte, a acumulação regional de gordura apresentada nos resultados (Figura 2) parece sugerir a existência de um perfil para a distribuição de MG nestes atletas, o qual parece ser transversal a todos os escalões etários.

Tal como foi referido anteriormente, os atletas do escalão sénior apresentaram os perímetros corporais de maiores dimensões enquanto os atletas juvenis, os de menores dimensões, tendo-se verificado diferenças significativas entre estes escalões em todos os perímetros analisados. Os resultados dos atletas juvenis poderão estar influenciados pelo processo de maturação. Por outro lado, outra justificação para as desigualdades

encontradas nos perímetros poderá residir na diferença da MM ou do tecido ósseo, uma vez que, de acordo com Malina e col. (2004), em indivíduos do género masculino, a quantidade de tecido mineral ósseo aumenta linearmente com a idade, assim como o diâmetro muscular.

Neste estudo, os atletas seniores pertencentes à seleção nacional apresentaram os valores mais elevados de MCC, MIG, %MIG, MM e %MM, mas o menor valor de %MG. Por outro lado, o valor relativo de MG dos juvenis foi o mais elevado tendo o valor absoluto sido o mais baixo. Relativamente à MIG foram verificadas diferenças entre todos os escalões, tendo a MM e a TMB observado diferenças entre os juvenis e os restantes escalões. A estimação da %MG, realizada através da equação de Evans e col. (2005), identificou os valores médios mais elevados nos juniores, uma vez que este escalão apresentava os valores médios mais elevados nas pregas tricipital e abdominal, integrantes, em conjunto com a prega crural, do modelo de predição utilizado. Por outro lado e no que diz respeito ao método de avaliação da composição corporal por bioimpedância, o menor valor de %MG foi verificado nos seniores, tendo a MIG estimada por esta técnica diferido significativamente entre todos os escalões. Estes resultados parecem sugerir que o método de avaliação poderá influenciar a interpretação dos resultados, facto que se deve às características e limitações específicas que cada um deles apresenta.

Em termos de enquadramento dos resultados obtidos no nosso trabalho, a %MG estimada nos atletas seniores por bioimpedância (valor médio de 14,5%) encontrando-se acima dos valores reportados para atletas de hóquei em patins espanhóis, situados entre os 7,0% e os 9,1% (Rodriguez, 1991; Rodriguez e col., 1991). Quando se procede à comparação destes atletas com outros atletas de elite portugueses de outras modalidades, verifica-se que os atletas de andebol (Povoas e col., 2012) apresentam uma menor percentagem de MG enquanto que os karatecas apresentam valores semelhantes (Chaabene, Hachana, Franchini, Mkaouer, & Chamari, 2012).

A percentagem de MG verificada no nosso estudo nos atletas juniores foi de 16,1%. Em relação a atletas de elite do mesmo escalão etário de modalidades semelhantes como o hóquei no gelo (Burr e col., 2008) ou o hóquei de campo (Elferink-Gemser, Visscher, Lemmink, & Mulder, 2007), este valor é mais elevado, visto que, nestes estudos os valores reportados foram de 9,7% e 9,2% a 7,5%, respetivamente. Em comparação com

outras modalidades como o voleibol (Duncan, Woodfield, & al-Nakeeb, 2006) ou ténis (Sanchez-Munoz e col., 2007) a %MG registada neste estudo neste escalão etário foi mais elevada. Contudo, nos atletas deste mesmo escalão, a MIG verificada nos atletas de hóquei no gelo (Burr e col., 2008) foi inferior à dos atletas do presente estudo (41,0 kg vs 62,1 kg). Os tenistas (Sanchez-Munoz e col., 2007) e os jogadores de voleibol (Duncan e col., 2006) apresentam valores de MM semelhantes aos hoquistas juniores. Assim como a %MG, também as pregas subcutâneas registadas são superiores às dos seus pares praticantes de hóquei de campo (Holway & Seara, 2011) e de ténis (Sanchez-Munoz e col., 2007).

A discrepância nos valores de %MG entre os atletas deste estudo e os seus pares, tal como foi identificada nos seniores e nos juniores, foi também identificada nos juvenis, sendo possível observar um valor superior ao de atletas de elite de hóquei de campo (entre 9,20 e 7,55 %, consoante a época desportiva) (Elferink-Gemser e col., 2007) e de hóquei no gelo (13,8 %) (Bracko & Fellingham, 2001).

O valor de %MG descrito para atletas universitários de hóquei no gelo é de 12% e valores de MIG situam-se entre os 74,2 kg e os 78,1 kg (Green e col., 2006; Peyer e col., 2011; Potteiger e col., 2010). Tal como tinha sido verificado com as outras modalidades, a %MG é inferior à dos atletas portugueses, mas contrariamente ao que Burr e col. (2008) tinha observado em atletas juniores de hóquei no gelo, a MIG dos atletas universitários foi superior à dos atletas deste trabalho.

No teste vaivém não se verificaram diferenças entre os escalões ao nível do número de percursos realizados. O tempo de prova do vai-vém foi passível de ser comparado com outros atletas pois o protocolo do vai-vém foi anteriormente adaptado ao hóquei em patins em atletas seniores espanhóis (Rodriguez, 1991; Rodriguez e col., 1991). Em atletas espanhóis da seleção pré-olímpica e da seleção nacional avaliados por Rodriguez (1991) foram reportados tempos de duração do teste de 14,2 minutos e 14,6 minutos respetivamente em oposição aos atletas portugueses que estiveram em prova durante 13,9 minutos (juvenis), 13,8 minutos (juniores) e 13,5 minutos (seniores). Para uma melhor compreensão dos dados de um teste desta natureza realizado sob patins seria importante um estudo sobre a economia de esforço e as singularidades técnicas da patinagem, visto que estes fatores condicionam as respostas fisiológicas ao esforço.

Franchini, Nunes, Moraes e Del Vecchio (2007) depararam-se com uma associação inversa ( $r=-0,83$ ;  $p<0,001$ ) entre a %MG e o desempenho em tarefas aeróbias que necessitam do deslocamento da massa corporal em judocas tal como o teste de vai-vém. Nos atletas juvenis e juniores foi possível comprovar a associação inversa entre a massa gorda em termos absolutos e o desempenho no teste de vai-vém em patins ( $r= -0,548$ ;  $p=0,008$ ); nos juniores esta associação foi verificada tanto para o valor absoluto de MG ( $r= -0,728$ ;  $p= 0,002$ ) como para o valor relativo ( $r= -0,745$ ;  $p=0,001$ ).

Segundo Kobayashi e colegas (1978) citado por Naughton e col. (2000) durante o momento do pico de velocidade em altura, cerca dos 14 anos de idade nos atletas masculinos, ocorre um aumento exponencial do valor do consumo máximo de oxigénio, tendo estes autores encontrados diferenças entre adolescentes e pré-adolescentes treinados, as quais poderão ser explicadas por um menor valor de %MG, um valor de MM proporcionalmente mais elevado, uma maior capacidade de transporte de oxigénio no sangue e maior débito cardíaco. De acordo com Rowland (1997) e Katch (1983) citados por Naughton e col. (2000) a hormona de crescimento e a testosterona também apresentam uma influência marcada neste processo, podendo desta forma interferir com as associações reportadas.

A potência anaeróbia foi avaliada através de 3 marcadores distintos, nomeadamente a concentração de lactato final, a frequência cardíaca final e o tempo necessário para completar o teste, sendo que esta última foi possível apenas recolher numa subamostra mais diminuta (total de 17 atletas, sendo 13 juvenis e 4 juniores). Neste estudo não foram registadas diferenças entre os escalões em termos da concentração sanguínea de lactato e da frequência cardíaca final, apesar desta variar entre os 187 e 168 bpm. Por outro lado, foram registadas diferenças entre os juvenis e os seniores em termos de lactatémia final após os *sprints*, variando os valores entre os 2,60 e os 9,40 mmol/L. Apesar de a recolha ter sido efetuada um minuto após o final do teste, os resultados podem estar influenciados pelo velocidade de remoção do lactato do músculo pelo que é recomendável numa próxima avaliação recolher amostras também após 4 minutos de forma a permitir uma maior estabilidade das concentrações plasmáticas de lactato.

Por outro lado, e devido ao facto de este teste ser realizado com patins, poderá haver alguma interferência de questões relacionadas com a eficiência técnica da patinagem, condicionando os valores de lactatémia obtidos neste teste de potência anaeróbia. De



facto, é sugerido tecnicamente pela modalidade que em patamares iniciais poderá existir deslizamento sendo que nos patamares com velocidades mais elevadas os atletas recorrem a travagens mais bruscas de modo a inverter o sentido do deslocamento.

Na avaliação da potência anaeróbia apenas se observaram diferenças entre os juvenis e os seniores ( $p=0,002$ ) na FC final. Importa assinalar que embora a FC final dos seniores tenha sido inferior à dos outros escalões, não foram observadas diferenças na acumulação de lactato. No entanto era espectável que os valores dos juvenis apresentassem diferenças em relação aos dos outros escalões uma vez que Bar-Or (1983) e Naughton (1998) citados por Naughton e col. (2000) referem que a potência anaeróbia por massa corporal nos adolescentes é inferior à dos adultos. Por outro lado e por se tratar de um protocolo criado para estas avaliações, não foram encontrados dados comparativos ou que servissem de indicadores nesta modalidade pelo que são observações novas que importa replicar noutros estudos.

Na associação do tempo do teste de potência anaeróbia e FC e a concentração de lactato obtidas neste mesmo teste, não se observou uma correlação estatisticamente significativa, apenas uma tendência, o mesmo ocorreu quando se relacionou o tempo dos *sprints* com o número de percursos no teste de potência aeróbia. Na análise destes dados importa ter em consideração que não foram contabilizadas a técnica e a economia de esforço, fatores influentes em testes com estas características e realizados em patins. O teste de potência anaeróbia também beneficiaria de uma recolha de lactato mais tardia de modo a o *timing* de medição estivesse mais sincronizado com o pico de libertação de lactato para a corrente sanguínea.

No teste de força de preensão manual os hoquistas juniores apresentaram os maiores valores de força tendo os atletas juvenis registado os mais baixos. As diferenças observadas entre dois escalões etários no desempenho deste teste de preensão manual de ambas as mãos, poderá residir na diferença observada entre ambos ao nível da MM. Esta relação já havia sido estabelecida por Kallman, Plato, e Tobin (1990), que no seu estudo reportaram com uma forte associação entre a MM e a força de preensão ( $r=0,60$ ;  $p < 0,001$ ). Do ponto de vista absoluto, têm sido publicados um conjunto de tabelas normativas que permitem enquadrar a análise dos resultados obtidos neste teste. Entre os 20 e os 29 anos alguns autores sugerem valores normativos médios de 45,8 kg para a mão direita e 43,8 kg para a mão esquerda (Schlussel, dos Anjos, de Vasconcellos, &

Kac, 2008), assumindo a mão dominante um valor médio de 44,8kg (Montalcini e col., 2012).

O valor que foi reportado por Coelho e col. (2012) no teste de preensão manual em atletas de elite juvenis de hóquei em patins foi de 40,2 kg, sendo inferior ao registado pelos atletas juvenis neste trabalho. No entanto os resultados descritos coincidem com os resultados de nadadores portugueses do mesmo escalão (Garrido e col., 2012) cujos valores de força de preensão manual médios assumiram o valor de 46,6 kg e 43,5 kg para a mão dominante e não dominante, respetivamente.

Tal como foi referido anteriormente, os hoquistas nacionais juniores apresentaram o melhor resultado; cerca de 55,4 kg para a mão direita e 53,5 kg para a mão esquerda, superiorizando-se a atletas de natação (Garrido e col., 2012) e de basquetebol (Visnapuu & Jurimae, 2007), que registaram valores médios de 48,1 kg para a mão dominante e 44,5 kg para a mão não dominante e 48,0 kg, respetivamente. No estudo de Visnapuu e Jurimae (2007) foram também observadas diferenças a este nível entre juniores e juvenis tal como foram verificadas na amostra portuguesa.

Também nos seniores os valores de preensão manual encontrados parece ser semelhantes aos reportados por Garrido e col. (2012), nomeadamente cerca de 52,0 kg para a mão dominante e 48,2 kg para a mão não dominante.

No teste de preensão digital, os valores de força obtidos pelos seniores foram significativamente superiores aos valores registados pelos escalões de juvenis e dos juniores, tendo estes últimos apresentado o valor mais baixo dos três. Grant, Hynes, Whittaker e Aitchison (1996) analisaram os valores da força de preensão digital em atletas de escalada de elite, atletas de escalada recreativos e um grupo de controlo de indivíduos fisicamente ativos. Os valores encontrados em atletas de elite de escalada para a mão direita e esquerda foram cerca de 9,7 kg e 9,5 kg respetivamente. Neste contexto, a evidência científica sugere que os atletas de elite de escalada podem apresentar valores de preensão manual e de preensão digital superiores a populações de indivíduos que não praticam escalada (Grant e col., 2001; Grant e col., 1996). Apesar destes dados reportados anteriormente, os atletas dos três escalões avaliados foram capazes de produzir valores de força superiores aos alcançados pelos atletas de elite de escalada. A análise destes dados requer contudo uma ressalva uma vez que a

metodologia de teste utilizada pode não coincidir na totalidade com a usada neste estudo, criando dificuldades na interpretação dos mesmos.

O desempenho no teste de preensão manual indicador da força global de um indivíduo (Wind, Takken, Helders & Engelbert, 2010), apesar de juniores e juvenis diferirem significativamente neste teste, nos restantes testes de força, esta situação não se verificou.

A força pode ser analisada através de diversos indicadores. Contudo neste trabalho avaliou-se a F<sub>máx</sub> e a TPF no peso morto isométrico. A avaliação da F<sub>máx</sub> e da TPF em regime de isometria no arremesso está descrita por diversos autores. O posicionamento articular do corpo neste teste é semelhante ao posicionamento adotado no peso morto. Apesar do modo de avaliação não ser o mesmo, os valores que reportados pelos autores nestes estudos, são passíveis de ser utilizados para efeitos de comparação assumindo um caractere próximo de valor de referência.

No presente estudo, o escalão sénior de hoquistas nacionais apresentou valores de F<sub>máx</sub> e TPF ligeiramente superiores aos outros escalões em ambos os testes, mas não foram observadas diferenças significativas, à exceção da F<sub>máx</sub> registada pelos juvenis no teste realizado sem patins. Os resultados do teste sem patins e do teste com patins foram idênticos com exceção dos juvenis que foram capazes de produzir mais força quando realizaram o teste com os patins calçados, anulando a diferença que apresentavam para os seniores. Apesar de não haver diferenças na TPF, o desvio padrão neste parâmetro é elevado nos vários escalões, existindo uma grande variabilidade de valores, facto que poderá estar relacionado com a aprendizagem da execução do gesto.

Os valores aferidos no peso morto dos hoquistas portugueses foram inferiores aos valores produzidos no arremesso isométrico por atletas de outras modalidades coletivas como o rugby (West e col., 2011) e o futebol americano (McGuigan & Winchester, 2008), em que se observaram valores de F<sub>máx</sub> de 2529,4 N e 2159 N e de TPF de 23653,4 N/s e 13489 N/s, respetivamente. Em atletas de modalidades individuais nas quais a força máxima e a TPF neste exercício são importantes tal como o halterofilismo (Kawamori e col., 2006; Stone e col., 2005), as lutas amadoras (McGuigan e col., 2006; Utter e col., 1998), o ciclismo (Stone e col., 2004) ou lançamento do peso/disco/dardo (Stone e col., 2003), os valores de F<sub>máx</sub> e TPF foram superiores aos verificados nos

hoquistas portugueses, tendo sido referidos valores de  $F_{\text{máx}}$  entre 2645 N e 5127N e de TPF entre 15047 N/s e 32063 N/s.

Quando comparando os resultados do presente estudo com os resultados obtidos por atletas recreativos (McGuigan, Newton, Winchester & Nelson, 2010) que realizavam treino de força regular com uma frequência de 3 dias por semana, estes alcançaram um valor médio de 1217 N de  $F_{\text{máx}}$  e 5729 N/s de TPF. Os atletas de hóquei mostraram ser capazes de produzir maior quantidade de força e de ter uma maior capacidade de ser explosivos (TPF) neste âmbito.

Relativamente ao teste do “senta e alcança” modificado, a melhor prestação pertenceu aos seniores, assumindo os juvenis e os juniores uma prestação semelhante. Neste domínio, foram verificadas diferenças significativas entre os seniores e os juniores. Os valores normais relatados na literatura são de 30,3 cm para uma população dos 18-35 anos (Minkler & Patterson, 1994) e de 20,02 cm e 18,88 cm para os membros inferiores direito e esquerdo respetivamente, em jovens de 14 anos (Chillon e col., 2010). Porém, importa referir que os valores alcançados pelos atletas deste trabalho excederam os valores normativos que se encontram descritos na literatura, apesar destes não serem específicos de uma população de atletas.

Na avaliação da flexibilidade do membro superior através do teste alcançar atrás das costas, na articulação do ombro observou-se alguma disparidade entre os resultados obtidos quando o ombro direito é colocado em rotação interna ou em rotação externa. De facto, os hoquistas juvenis apresentaram maior flexibilidade neste domínio, tendo os valores mais baixos sido registado nos seniores e juniores no lado direito e esquerdo, respetivamente. De acordo com Magee (2008) o membro dominante geralmente apresenta maiores restrições na amplitude de movimento, o que coincide com os baixos valores obtidos quando o ombro direito foi posicionado em rotação interna. Barlow, Benjamin, Birt e Hughes (2002) aplicaram este teste em 2 grupos, um de culturistas e outro de não-culturistas. Os valores reportados nos culturistas foram superiores aos verificados nos jogadores de hóquei, tendo estes alcançado valores mais elevados para ambos os membros superiores; com o braço direito em rotação interna o valor médio foi de 4,3 cm; com o braço esquerdo o valor médio registado foi de 2,3 cm. Pelo contrário, os valores verificados nos atletas não-culturistas foram semelhantes aos valores

verificados nos hoquistas da seleção nacional, tendo alcançado 11,3 cm com o braço direito em rotação interna e 7,7 cm com o braço esquerdo em rotação interna.

Apesar de existirem poucos trabalhos desenvolvidos nesta modalidade desportiva com atletas de elite, torna-se evidente na discussão dos resultados a necessidade de se desenvolverem novos estudos nesta população e com uma amostra mais alargada que permitam clarificar com amostras de maior dimensão quais são as características específicas, do ponto de vista da composição corporal bem como das diferentes qualidades biomotoras, mais determinantes para o sucesso nesta modalidade desportiva. Neste sentido, a realização futura de estudos de maior dimensão que permitam relacionar as variáveis estudadas nos diferentes escalões etários bem como analisar questões relacionadas com a economia de esforço e com a influência que as singularidades técnicas da patinagem têm na dimensão fisiológica do esforço são fundamentais de forma a poder tirar mais informação que contribua, do ponto de vista técnico e tático, para a melhoria do processo de treino.

## 5. Conclusão

---

A evidência científica disponível sobre hóquei em patins é, infelizmente, reduzida, justificando por si só a realização de um estudo de características descritivas com o objetivo de caracterizar o momento atual dos atletas portugueses das seleções nacionais de hóquei em patins.

No estudo realizado, as maiores diferenças entre os escalões foram observadas na composição corporal, em especial entre os atletas juvenis e seniores, facto que está potencialmente relacionado com o estado maturacional em que os atletas mais novos se encontravam. Nos perímetros corporais estas diferenças foram especialmente evidentes, estando as diferenças registadas presentes em todos os perímetros medidos.

A apreciação global dos dados da composição corporal, em particular do padrão de acumulação do tecido adiposo, medido através das pregas adiposas, sugere que os atletas do escalão de juvenis apresentam já adaptações morfológicas à modalidade, havendo um perfil de deposição de tecido adiposo comum aos três escalões. Relativamente aos marcadores antropométricos, os atletas juvenis deste estudo estão equiparados a atletas nacionais e internacionais do mesmo escalão, não diferindo substancialmente dos mesmos. O mesmo se verificou no escalão sénior em relação aos atletas espanhóis da seleção pré-olímpica e da seleção nacional, não tendo sido identificadas diferenças ao nível dos marcadores de antropometria, percentagem de massa gorda e no desempenho no teste de vaivém em patins.

Embora se tenham identificado diferenças entre escalões nos diferentes marcadores antropométricos e nos compartimentos de composição corporal avaliados por bioimpedância, o desempenho nos testes de potência aeróbia, potência anaeróbia, força e flexibilidade não refletem de um modo tão evidente as diferenças encontradas principalmente entre os juvenis e seniores no capítulo da composição corporal.

De facto, na composição corporal foram encontradas diferenças entre juvenis e seniores em todos os perímetros corporais medidos, tendo sido observadas diferenças ao nível dos compartimentos corporais medidos por bioimpedância tal como MCC (kg), MIG (kg), MM (kg) e TMB entre juniores e seniores.

A avaliação da potência aeróbia contemplou a realização de um teste progressivo contínuo designado por vaivém, realizado com patins e *stick* em ambas as mãos, de forma a aproximar o teste à realidade da modalidade. Os valores encontrados são semelhantes aos reportados em atletas espanhóis da seleção nacional. Por outro lado, não se verificaram diferenças no número de percursos realizados entre os 3 escalões etários avaliados; 127,8 percursos efetuados pelos juvenis, 127,0 pelos juniores e 123,3 pelos seniores.

A relação entre o desempenho no teste de potência aeróbia e no teste de potência anaeróbia (*sprints*) não foi conclusiva neste trabalho, sendo benéfico aplicar estes testes a uma amostra mais alargada. Apesar de não significativa, os dados sugerem uma tendência de associação entre o número de voltas no vaivém e o melhor tempo despendido a realizar o *sprint*, assim como entre a FC no final do mesmo e o tempo que demorou a realizar o teste.

Os valores de força máxima e de taxa de produção de força no peso morto evidenciados pelos atletas portugueses ficaram aquém dos valores observados no arremesso isométrico para atletas de outras modalidades, dando a entender que poderia haver benefícios em incidir sobre o treino destas qualidades físicas. No entanto, foi possível observar que quando o peso morto isométrico foi realizado com patins, os valores de força e de taxa de produção de força foram superiores, provavelmente por existir uma adaptação por parte destes atletas, que estão mais familiarizados com a execução dos gestos desportivos naquela condição específica.

A composição corporal, pelo seu carácter relevante sobre o desempenho no teste aeróbio e nos testes de força máxima, importa ser controlada do ponto de vista operacional junto dos atletas nos seus clubes e na seleção uma vez que se muitos dos seus marcadores se associam de forma inversa com os testes referidos.

O sucesso no desempenho desportivo encontra-se dependente de muitos outros fatores, para além das características fisiológicas, que não foram considerados nesta avaliação, tais como as competências técnicas e táticas e as características psicológicas dos atletas. Logo os dados expostos neste trabalho deverão ser encarados como os indicadores de pretendem analisar apenas uma das dimensões dos atletas.

A informação disponível sobre os atletas de hóquei em patins, particularmente sobre os atletas portugueses, é parca, razão pela qual, este tipo de estudo assume uma especial relevância. A caracterização destes atletas nacionais, sendo a elite do rendimento desportivo nacional nesta modalidade, possibilita a criação de valores indicativos em diversas qualidades físicas, para cada um dos escalões. Do ponto de vista particular e concreto, estes resultados permitirão às equipas técnicas nacionais aferir qual a condição em que se encontram os atletas, comparando-os entre si e em diferentes momentos da época desportiva ou escalão etário. Neste sentido, pensamos que este trabalho contribuiu para uma maior compreensão sobre o impacto dos requisitos fisiológicos desta modalidade nos atletas, permitindo uma melhoria o processo de treino com vista a potenciar o rendimento dos atletas.



## Bibliografia

---

- Balsom, P. D., Ekblom, B., & Sjodin, B. (1994). Enhanced oxygen availability during high intensity intermittent exercise decreases anaerobic metabolite concentrations in blood. *Acta Physiol Scand*, 150(4), 455-456.
- Balsom, P. D., Gaitanos, G. C., Ekblom, B., & Sjodin, B. (1994). Reduced oxygen availability during high intensity intermittent exercise impairs performance. *Acta Physiol Scand*, 152(3), 279-285.
- Barlow, J. C., Benjamin, B. W., Birt, P., & Hughes, C. J. (2002). Shoulder strength and range-of-motion characteristics in bodybuilders. *J Strength Cond Res*, 16(3), 367-372.
- Barnett, A., Chan, L. Y. S., & Bruce, I. C. (1993). A Preliminary Study of the 20-m Multistage Shuttle Run as a Predictor of Peak VO<sub>2</sub> in Hong Kong Chinese Students. *Pediatr Exerc Sci*, 5, 42-50.
- Behm, D. G., Wahl, M. J., Button, D. C., Power, K. E., & Anderson, K. G. (2005). Relationship between hockey skating speed and selected performance measures. *J Strength Cond Res*, 19(2), 326-331.
- Blanco, A., Enseñat, A., & Balagué, N. (1994). Hockey sobre patines: Niveles de frecuencia cardiaca y lactacidemia en competición y entrenamiento. *Apunts: Educació Física i Esports*(36), 26-36.
- Blanco, A., Enseñat, A., & Balagué, N. (1995). Valoración telemétrica de un test progresivo y máximo en pista en Jugadores de hockey sobre patines. *Apunts*, XXXII, 165-174.
- Bogdanis, G. C., Nevill, M. E., Boobis, L. H., & Lakomy, H. K. (1996). Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *J Appl Physiol*, 80(3), 876-884.
- Boneva-Asiova, Z., & Boyanov, M. A. (2008). Body composition analysis by leg-to-leg bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry in non-obese and obese individuals. *Diabetes Obes Metab*, 10(11), 1012-1018. doi: 10.1111/j.1463-1326.2008.00851.x
- Bonitch-Gongora, J. G., Bonitch-Dominguez, J. G., Padial, P., & Feriche, B. (2012). The effect of lactate concentration on the handgrip strength during judo bouts. *J Strength Cond Res*, 26(7), 1863-1871. doi: 10.1519/JSC.0b013e318238ebac
- Borges, N. G. J., Domenech, S. C., Silva, A. C. K., Dias, J. A., & Sagawa, J. Y. (2009). Estudo comparativo da força de preensão isométrica máxima em diferentes modalidades esportivas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 11(3), 292-298.
- Bracko, M. R. (2001). On-ice performance characteristics of elite and non-elite women's ice hockey players. *J Strength Cond Res*, 15(1), 42-47.

- Bracko, M. R., & Fellingham, G. W. (2001). Comparison of physical performance characteristics of female and male ice hockey players. *Pediatr Exerc Sci*, 13, 26-34.
- Bracko, M. R., & George, J. D. (2001). Prediction of ice skating performance with off-ice testing in women's ice hockey players. *J Strength Cond Res*, 15(1), 116-122.
- Burr, J. F., Jamnik, R. K., Baker, J., Macpherson, A., Gledhill, N., & McGuire, E. J. (2008). Relationship of physical fitness test results and hockey playing potential in elite-level ice hockey players. *J Strength Cond Res*, 22(5), 1535-1543.
- Burr, J. F., Jamnik, V. K., Dogra, S., & Gledhill, N. (2007). Evaluation of jump protocols to assess leg power and predict hockey playing potential. *J Strength Cond Res*, 21(4), 1139-1145.
- Chaabene, H., Hachana, Y., Franchini, E., Mkaouer, B., & Chamari, K. (2012). Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports Med*, 42(10), 829-843. doi: 10.2165/11633050-000000000-00000
- Chillon, P., Castro-Pinero, J., Ruiz, J. R., Soto, V. M., Carbonell-Baeza, A., Dafos, J., Ortega, F. B. (2010). Hip flexibility is the main determinant of the back-saver sit-and-reach test in adolescents. *J Sports Sci*, 28(6), 641-648. doi: 10.1080/02640411003606234
- Coelho, E. S. M. J., Vaz, V., Simoes, F., Carvalho, H. M., Valente-Dos-Santos, J., Figueiredo, A. J., Malina, R. M. (2012). Sport selection in under-17 male roller hockey. *J Sports Sci*, 30(16), 1793-1802.
- Cooper, S. M., Baker, J. S., Tong, R. J., Roberts, E., & Hanford, M. (2005). The repeatability and criterion related validity of the 20 m multistage fitness test as a predictor of maximal oxygen uptake in active young men. *Br J Sports Med*, 39(4), e19. doi: 10.1136/bjsm.2004.013078
- Davis, D. S., Barnette, B. J., Kiger, J. T., Mirasola, J. J., & Young, S. M. (2004). Physical characteristics that predict functional performance in Division I college football players. *J Strength Cond Res*, 18(1), 115-120.
- Duncan, M. J., Woodfield, L., & al-Nakeeb, Y. (2006). Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. *Br J Sports Med*, 40(7), 649-651; discussion 651.
- Elferink-Gemser, M. T., Visscher, C., Lemmink, K. A., & Mulder, T. (2007). Multidimensional performance characteristics and standard of performance in talented youth field hockey players: a longitudinal study. *J Sports Sci*, 25(4), 481-489.
- Esco, M. R., Olson, M. S., & Williford, H. (2008). Relationship of push-ups and sit-ups tests to selected anthropometric variables and performance results: a multiple regression study. *J Strength Cond Res*, 22(6), 1862-1868.

- Evans, E. M., Rowe, D. A., Misic, M. M., Prior, B. M., & Arngrimsson, S. A. (2005). Skinfold prediction equation for athletes developed using a four-component model. *Med Sci Sports Exerc*, 37(11), 2006-2011.
- Farlinger, C. M., Kruisselbrink, L. D., & Fowles, J. R. (2007). Relationships to skating performance in competitive hockey players. *J Strength Cond Res*, 21(3), 915-922.
- Fogelholm, M., Malmberg, J., Suni, J., Santtila, M., Kyrolainen, H., & Mantysaari, M. (2006). Waist circumference and BMI are independently associated with the variation of cardio-respiratory and neuromuscular fitness in young adult men. *Int J Obes (Lond)*, 30(6), 962-969.
- Franchini, E., Nunes, A. V., Moraes, J. M., & Del Vecchio, F. B. (2007). Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. *J Physiol Anthropol*, 26(2), 59-67.
- Gaitanos, G. C., Williams, C., Boobis, L. H., & Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J Appl Physiol*, 75(2), 712-719.
- Garrido, N. D., Silva, A. J., Fernandes, R. J., Barbosa, T. M., Costa, A. M., Marinho, D. A., & Marques, M. C. (2012). High level swimming performance and its relation to non-specific parameters: a cross-sectional study on maximum handgrip isometric strength. *Percept Mot Skills*, 114(3), 936-948.
- Grant, S., Hasler, T., Davies, C., Aitchison, T. C., Wilson, J., & Whittaker, A. (2001). A comparison of the anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of female elite and recreational climbers and non-climbers. *J Sports Sci*, 19(7), 499-505. doi: 10.1080/026404101750238953
- Grant, S., Hynes, V., Whittaker, A., & Aitchison, T. (1996). Anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of elite and recreational climbers. *J Sports Sci*, 14(4), 301-309.
- Green, M. R., Pivarnik, J. M., Carrier, D. P., & Womack, C. J. (2006). Relationship between physiological profiles and on-ice performance of a National Collegiate Athletic Association Division I hockey team. *J Strength Cond Res*, 20(1), 43-46.
- Hamilton, G. F., McDonald, C., & Chenier, T. C. (1992). Measurement of grip strength: validity and reliability of the sphygmomanometer and jamar grip dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther*, 16(5), 215-219.
- Holway, E. E., & Seara, M. (2011). Kinanthropometry of world champion junior male field hockey players. *Apunts Med Esport*.
- IPDJ. (2011). Instituto Português do Desporto e Juventude Retrieved 9th January, 2013, from <http://www.idesporto.pt/conteudo.aspx?id=101&idMenu=5>
- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr*, 40(3), 497-504.

- Johnson, M. J., Friedl, K. E., Frykman, P. N., & Moore, R. J. (1994). Loss of muscle mass is poorly reflected in grip strength performance in healthy young men. *Med Sci Sports Exerc*, 26(2), 235-240.
- Juneja, H., Verma, S. K., & Khanna, G. L. (2010). Isometric Strength and Its Relationship to Dynamic Performance: A Systematic Review. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*, 6(2), 60-69.
- Kallman, D. A., Plato, C. C., & Tobin, J. D. (1990). The role of muscle loss in the age-related decline of grip strength: cross-sectional and longitudinal perspectives. *J Gerontol*, 45(3), M82-88.
- Kanehisa, H., Ikegawa, S., & Fukunaga, T. (1998). Body composition and cross-sectional areas of limb lean tissues in Olympic weight lifters. *Scand J Med Sci Sports*, 8(5 Pt 1), 271-278.
- Kawamori, N., Rossi, S. J., Justice, B. D., Haff, E. E., Pistilli, E. E., O'Bryant, H. S., Haff, G. G. (2006). Peak force and rate of force development during isometric and dynamic mid-thigh clean pulls performed at various intensities. *J Strength Cond Res*, 20(3), 483-491. doi: 10.1519/18025.1
- Kim, J., Cho, H. C., Jung, H. S., & Yoon, J. D. (2011). Influence of performance level on anaerobic power and body composition in elite male judoists. *J Strength Cond Res*, 25(5), 1346-1354.
- Koley, S., & Singh, A. P. (2009). An association of dominant hand grip strength with some anthropometric variables in Indian collegiate population. *Anthropol Anz*, 67(1), 21-28.
- Kraemer, W. J., Fry, A. C., Rubin, M. R., Triplett-McBride, T., Gordon, S. E., Koziris, L. P., . . . Fleck, S. J. (2001). Physiological and performance responses to tournament wrestling. *Med Sci Sports Exerc*, 33(8), 1367-1378.
- Krause, D. A., Smith, A. M., Holmes, L. C., Klebe, C. R., Lee, J. B., Lundquist, K. M., Hollman, J. H. (2012). Relationship of off-ice and on-ice performance measures in high school male hockey players. *J Strength Cond Res*, 26(5), 1423-1430.
- Leger, L. A., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO2 max. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 49(1), 1-12.
- Leger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci*, 6(2), 93-101. doi: 10.1080/02640418808729800
- Leyk, D., Gorges, W., Ridder, D., Wunderlich, M., Ruther, T., Sievert, A., & Essfeld, D. (2007). Hand-grip strength of young men, women and highly trained female athletes. *Eur J Appl Physiol*, 99(4), 415-421. doi: 10.1007/s00421-006-0351-1
- Lohman, T. G. (1989). Assessment of body composition in children. *Pediatr Exerc Sci*, 1(1), 19-30.

- Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Magee, D. J. (2008). *Orthopedic physical assessment* (5th ed.). St. Louis, MO: Elsevier.
- Mahar, M., Welk, G. J., Rowe, D. A., Crotts, D. J., & McIver, K. L. (2006). Development and Validation of a Regression Model to Estimate VO<sub>2</sub> peak From PACER 20-m Shuttle Run Performance. *J Phys Act & Hlth*, 3(S2), 34-46.
- Malina, R., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation and physical activity* (Second ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Mascaro, T., Seaver, B. L., & Swanson, L. (1991). Prediction of skating speed with off-ice testing in professional hockey players. *J Orthop Sports Phys Ther*, 15(2), 92-98.
- Matsuzaka, A., Takahashi, Y., Yamazoe, M., Kumakura, N., Ikeda, A., Wilk, B., & Bar-Or, O. (2004). Validity of the Multistage 20-M Shuttle-Run Test for Japanese Children, Adolescents, and Adults. *Pediatr Exerc Sci*, 16, 113-125.
- Mayhew, J. L., Piper, F. C., & Ware, J. S. (1993). Anthropometric correlates with strength performance among resistance trained athletes. *J Sports Med Phys Fitness*, 33(2), 159-165.
- McGuigan, M. R., Newton, M. J., Winchester, J. B., & Nelson, A. G. (2010). Relationship between isometric and dynamic strength in recreationally trained men. *J Strength Cond Res*, 24(9), 2570-2573. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181ecd381
- McGuigan, M. R., & Winchester, J. B. (2008). The relationship between isometric and dynamic strength in college football players. *J Sports Sci Med.*, 7, 101-105.
- McGuigan, M. R., Winchester, J. B., & Erickson, T. (2006). The importance of isometric maximum strength in college wrestlers. *J Sports Sci Med., CSSI*, 108-103.
- McMahon, S., & Wenger, H. A. (1998). The relationship between aerobic fitness and both power output and subsequent recovery during maximal intermittent exercise. *J Sci Med Sport*, 1(4), 219-227.
- Meredith, M. D., & Welk, G. J. (2007). *FITNESSGRAM / ACTIVITYGRAM Test Administration Manual* (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Miller, T. A., White, E. D., Kinley, K. A., Congleton, J. J., & Clark, M. J. (2002). The effects of training history, player position, and body composition on exercise performance in collegiate football players. *J Strength Cond Res*, 16(1), 44-49.
- Minkler, S., & Patterson, P. (1994). The validity of the modified sit-and-reach test in college-age students. *Res Q Exerc Sport*, 65(2), 189-192.

- Montalcini, T., Migliaccio, V., Yvelise, F., Rotundo, S., Mazza, E., Liberato, A., & Pujia, A. (2012). Reference values for handgrip strength in young people of both sexes. *Endocrine*. doi: 10.1007/s12020-012-9733-9
- Naughton, G., Farpour-Lambert, N. J., Carlson, J., Bradney, M., & Van Praagh, E. (2000). Physiological issues surrounding the performance of adolescent athletes. *Sports Med*, 30(5), 309-325.
- Paliczka, V. J., Nichols, A. K., & Boreham, C. A. (1987). A multi-stage shuttle run as a predictor of running performance and maximal oxygen uptake in adults. *Br J Sports Med*, 21(4), 163-165.
- Peyer, K. L., Pivarnik, J. M., Eisenmann, J. C., & Vorkapich, M. (2011). Physiological characteristics of National Collegiate Athletic Association Division I ice hockey players and their relation to game performance. *J Strength Cond Res*, 25(5), 1183-1192.
- Potteiger, J. A., Smith, D. L., Maier, M. L., & Foster, T. S. (2010). Relationship between body composition, leg strength, anaerobic power, and on-ice skating performance in division I men's hockey athletes. *J Strength Cond Res*, 24(7), 1755-1762.
- Povoas, S. C., Seabra, A. F., Ascensao, A. A., Magalhaes, J., Soares, J. M., & Rebelo, A. N. (2012). Physical and physiological demands of elite team handball. *J Strength Cond Res*, 26(12), 3365-3375.
- Ramsbottom, R., Brewer, J., & Williams, C. (1988). A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *Br J Sports Med*, 22(4), 141-144.
- Rebelo, A., Brito, J., Maia, J., Coelho, E. S. M. J., Figueiredo, A. J., Bangsbo, J., Seabra, A. (2012). Anthropometric Characteristics, Physical Fitness and Technical Performance of Under-19 Soccer Players by Competitive Level and Field Position. *Int J Sports Med*. doi: 10.1055/s-0032-1323729
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2002). Measuring functional fitness of older adults. *The journal on active aging*, March April.
- Rodriguez, F. A. (1991). Valoración funcional del jugador de hockey sobre patines. *Apunts: Educació Física i Esports*(23), 51-62.
- Rodriguez, F. A., Acero, R. M., & Vásquez, J. H. (1991). Prueba máxima progresiva en pista para valoración de la condición aeróbica en hockey sobre patines. *Apunts: Educació Física i Esports*(23), 63-70.
- Rodríguez, F. A., Acero, R. M., & Vasquez, J. H. (1991). Prueba maxima progresiva en pista para valoracion de la condicion aerobica en hockey sobre patines. *Apunts: Educació Física i Esports*(23), 63-70.
- Ross, R., & Katzmarzyk, P. T. (2003). Cardiorespiratory fitness is associated with diminished total and abdominal obesity independent of body mass index. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 27(2), 204-210.

- Sanchez-Munoz, C., Sanz, D., & Zabala, M. (2007). Anthropometric characteristics, body composition and somatotype of elite junior tennis players. *Br J Sports Med*, 41(11), 793-799. doi: 10.1136/bjsm.2007.037119
- Schluskel, M. M., dos Anjos, L. A., de Vasconcellos, M. T., & Kac, G. (2008). Reference values of handgrip dynamometry of healthy adults: a population-based study. *Clin Nutr*, 27(4), 601-607. doi: 10.1016/j.clnu.2008.04.004
- Sports, A. I. o. (2000). *Physiological Tests for Elite Athletes*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Stone, M. H., Moir, G., Glaister, M., & Sanders, R. (2002). How much strength is necessary? *Physical Therapy in Sport*, 3, 88-96.
- Stone, M. H., Sanborn, K., O'Bryant, H. S., Hartman, M., Stone, M. E., Proulx, C., Hruby, J. (2003). Maximum strength-power-performance relationships in collegiate throwers. *J Strength Cond Res*, 17(4), 739-745.
- Stone, M. H., Sands, W. A., Carlock, J., Callan, S., Dickie, D., Daigle, K., Hartman, M. (2004). The importance of isometric maximum strength and peak rate-of-force development in sprint cycling. *J Strength Cond Res*, 18(4), 878-884. doi: 10.1519/14874.1
- Stone, M. H., Sands, W. A., Pierce, K. C., Carlock, J., Cardinale, M., & Newton, R. U. (2005). Relationship of maximum strength to weightlifting performance. *Med Sci Sports Exerc*, 37(6), 1037-1043.
- Tomlin, D. L., & Wenger, H. A. (2002). The relationships between aerobic fitness, power maintenance and oxygen consumption during intense intermittent exercise. *J Sci Med Sport*, 5(3), 194-203.
- Ugarkovic, D., Matavulj, D., Kukolj, M., & Jaric, S. (2002). Standard anthropometric, body composition, and strength variables as predictors of jumping performance in elite junior athletes. *J Strength Cond Res*, 16(2), 227-230.
- Utter, A. C., & Hager, M. E. (2008). Evaluation of ultrasound in assessing body composition of high school wrestlers. *Med Sci Sports Exerc*, 40(5), 943-949. doi: 10.1249/MSS.0b013e318163f29e
- Utter, A. C., Stone, M. E., O'Bryant, H. S., Summinksi, R., & Ward, B. (1998). Sport-Seasonal Changes in Body Composition, Strength, and Power of College Wrestlers. *J Strength Cond Res*, 12(4), 266-271.
- Vaara, J. P., Kyrolainen, H., Niemi, J., Ohrankammen, O., Hakkinen, A., Kocay, S., & Hakkinen, K. (2012). Associations of maximal strength and muscular endurance test scores with cardiorespiratory fitness and body composition. *J Strength Cond Res*, 26(8), 2078-2086.
- Vardar, S. A., Tezel, S., Öztürk, L., & Kaya, O. (2007). The relationship between body composition and anaerobic performance of elite young wrestlers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(CSSI-2), 34-38.

- Vasquez, J. H. (1991). Evolución, valoración y diferenciación de la condición física en jugadores de hockey sobre patines. *Apunts: Educació Física i Esports*(23), 15-28.
- Visnapuu, M., & Jurimae, T. (2007). Handgrip strength and hand dimensions in young handball and basketball players. *J Strength Cond Res*, 21(3), 923-929. doi: 10.1519/1533-4287(2007)21[923:HSAHDI]2.0.CO;2
- West, D. J., Owen, N. J., Jones, M. R., Bracken, R. M., Cook, C. J., Cunningham, D. J., . . . Kilduff, L. P. (2011). Relationships between force-time characteristics of the isometric midthigh pull and dynamic performance in professional rugby league players. *J Strength Cond Res*, 25(11), 3070-3075.
- Wind, A. E., Takken, T., Helders, P. J., & Engelbert, R. H. (2010). Is grip strength a predictor for total muscle strength in healthy children, adolescents, and young adults? *Eur J Pediatr*, 169(3), 281-287. doi: 10.1007/s00431-009-1010-4
- Winwood, P. W., Keogh, J. W., & Harris, N. K. (2012). Interrelationships between strength, anthropometrics, and strongman performance in novice strongman athletes. *J Strength Cond Res*, 26(2), 513-522.
- Wong, S. L., Katzmarzyk, P., Nichaman, M. Z., Church, T. S., Blair, S. N., & Ross, R. (2004). Cardiorespiratory fitness is associated with lower abdominal fat independent of body mass index. *Med Sci Sports Exerc*, 36(2), 286-291.